

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Université Abdelhamid Ibn Badis-
Mostaganem
Faculté des sciences de la nature
et de la vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية العلوم الطبيعية والحياة

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

N°...../SNV/2019

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

DAHOUI Boubaker Seddik

HASSAD Kawtar Nour El Houda

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN AGRONOMIE

Spécialité : Amélioration des productions végétales

THÈME

*Étude des paramètres de germination et de croissance
des tiges dans deux milieux différents entre quatre
variétés de pistachier vrai*

Soutenue publique le 03/07/2019

DEVANT LE JURY :

| | | |
|-----------|-----------------------------|----------------------|
| Président | Mr. GHOULAMALLAH Amine | MCA Univ. Mostaganem |
| Encadreur | Mr. TADJA Abdelkader | MCB Univ. Mostaganem |
| Examineur | Mr. DEBBA Mohamed El Bachir | MAA Univ. Mostaganem |

Thème réalisé a la ferme de démonstration de Tighennif

Année universitaire :2018/2019

Remerciements

Nous remercions Tout d'abord notre Grand Dieu tout puissant qui nous a comblé de ses bienfaits et nous a donné assez de force pour achever ce travail et de venir au bout de cette formation.

*Nous exprimons nos profondes reconnaissances à notre encadreur **Mr. TADJA Abdelkader** pour nous avoir guidés, conseiller et prêter assistance tout au long de notre travail.*

*Nous adressons nos plus sincères remerciements à **Mr. GHOUAMALLAH Amine** d'avoir accepté de présider le jury de ce modeste travail.*

*Nous présentons également toutes nos reconnaissances et gratitude à **Mr. DEBBA Mohamed El Bachir**, qui nous ont fait l'honneur d'accepter d'examiner ce travail.*

Nous profitons pour témoigner toute notre gratitude aux enseignants du département d'Agronomie, tout particulièrement les enseignants de la spécialité production végétale

Enfin, nous remercions également tous ceux qui ont participé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce travail

A mes chers parents ma mère et mon père

Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leur encouragement

A mes frères et sœurs

A ma belle sœur Amina

A mes nièces Lilia, Youcef et Mohamed

A mon binôme

Et surtout Chahinaz, Karima, Sara houda et Salma

A tous la promotion APV master 2

*Sans oublier tous les professeurs que ce soit du primaire, du moyen
du secondaire ou de l'enseignement supérieur*

*A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation
de ce travail.*

Kawtar

Dédicace

Je dédie *ce* modeste travail particulièrement à mes *chers* *parents*

A ma mère *Aicha* qui m'a *encouragé* durant toutes mes études

A mon père *Mohamed sghir*, qui est toujours disponible pour nous, et prêt à nous aider je lui confirme mon attachement et mon profond respect

À mes chères tantes *Saliha, Aicha.*

A mes chers frères *Foudil* et son mariée *Samira, Ahmed, Hamza, Nabil*, pour sa compréhension, son soutien et son aide incessante

A ma chère sœur, *Nadia* et son mari *Djalal.*

À mes oncles *Khalid, laid, Mokhtar, Abdelhamid.*

À mon collègue *kawtar* qui m'a aidé à préparer ce travail

A mes amis, *Mohamed, Anouar, Lyes,....*

Tous mes Amis sans exception¹

Et enfin à tous les étudiants de la promotion 2018 – 2019 spécialité
APV

Boubaker seddik

Résumé

Le pistachier vrai est une espèce rustique qui s'adapte aux conditions des milieux les plus défavorisés. Il permet de valoriser les terres très fragiles.

Notre étude a été effectuée au niveau de l' I.T.A.F.V Tighenif sur la germination de quatre variétés Achouri , Batouri ,Nebdjmel et Adjmi , on a fait un semis en deux milieux différents (pépinière et plein champs) , les semences ont subi une stratification et les paramètres mesurés après germination sont : la longueur des tiges et le nombre des feuilles de chaque variété , Les résultats obtenus révèlent que le milieu a un effet significatif sur la longueur des tiges et une différenciation significative entre le nombre des feuilles dans les deux milieux, ses valeurs ne sont pas homogènes pour les différents milieux et un taux de germination élevé chez la variété Batouri avec une précocité de germination chez les graines cassées de Nebdjmel .

En conclusion on retient Un écart de 10 jours de germination chez le milieu pépinière par rapport au plein champ et un taux de germination élevé chez la variété Batouri en deux milieux (pépinière et plein champs) par rapport aux autres variétés.

Mots clés : le pistachier vrai, pépinière, plein champs, stratification, milieu, germination, variété.

Abstract

The true pistachio is a hardy species that adapts to the conditions of the most disadvantaged environments. It makes it possible to value very fragile lands.

Our study was carried out at the ITAFV Tighenif on the germination of four Achouri, Batouri, Neb djmel and Adjmi varieties, one sowing in two different media (nursery and field), the seeds were stratified and the parameters measured after germination are: the length of the stems and the number of leaves of each variety, The results obtained reveal that the medium has a significant effect on the length of the stems and a significant differentiation between the number of leaves in the two media, its values are not homogeneous for the different media and a high germination rate in the Batouri variety with a precocity of germination in the broken seeds of Neb djmel.

In conclusion, there is a gap of 10 days of germination expensive nursery environment in the field and a high germination rate in the variety Batouri in two environments (nursery and field) compared to other varieties.

Key words: true pistachio tree, nursery, open fields, stratification, medium, germination, variety

تلخيص

الفسلق الحقيقي هو نوع مقاوم يتكيف مع ظروف البيئات الأكثر حرماناً. يجعل من الممكن تقييم الأراضي الهشة للغاية. وقد أجريت الدراسة لدينا في معهد التقني للأشجار المثمرة في ولاية معسكر تغنيف على إنبات أربعة أصناف عاشوري باتوري ناب جمل و عجمي ، كان الشتلات في اثنين من وسائل الإعلام محترم (الحضانة والحقول المفتوحة)، خضعت بذور التقسيم الطبقي و المعلمات قياس بعد الإنبات هي: طول الساق وعدد الأوراق لكل متنوعة، فقد بينت النتائج أن متوسط له تأثير كبير على طول الساق وتمايز كبير بين عدد من الأوراق في وسائل الإعلام اثنين، لها القيم ليست متجانسة للوسائط المختلفة ومعدل إنبات عالٍ في صنف الباتوري مع سرعة الإنبات في بذور نبيد المكسورة.

وفي الختام نحتفظ فجوة من 10 أيام إنبات بينة الحضانة مكلفة من المساهمة في هذا المجال ومعدل إنبات عالية بين مجموعة متنوعة باتوري في بينتين (دور الحضانة والحقول المفتوحة) مقارنة مع أنواع أخرى.

الكلمات الأساسية: الفسلق الحقيقي، الحضانة، المجال المفتوح، الطبقيّة، المتوسط ، الإنبات ، التنوع.

SOMMAIRE

Remerciement

Dédicace

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

Introduction

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1 : GENERALITE SUR LE PISTACHIER VRAI

| | | |
|----|--|----|
| I. | Généralité sur le pistachier vrai | 1 |
| | I.1. Importance économique de la culture de pistachier | 1 |
| | I.1.1. Production dans le monde..... | 1 |
| | I.1.2. Aperçu sur la culture du pistachier en Algérie..... | 2 |
| | I.1.3.Importance nutritionnelle des pistaches | 5 |
| | I.1.4. Intérêt médicinales des pistaches | 5 |
| | I.2.Origine du genre pistacia et historique de la culture de pistacia vera | 6 |
| | I.2.1. origine | 6 |
| | I.2.2. Historique de la culture | 6 |
| | I.3.L'arbre du pistachier | 8 |
| | I.3.1.classification botanique | 8 |
| | I.3.2. caractères morphologiques du pistachier fruitier..... | 9 |
| | I.4. Principales variétés de pistachier | 14 |
| | I.5.Exigences pédoclimatiques de pistachier | 16 |
| | I.5.1. Exigences climatiques | 16 |
| | I.5.2.Exigences édaphiques..... | 17 |
| | I.5.3.Latitude | 17 |
| | I.5.4.Altitude | 17 |
| | I.6. Maladies et ravageurs | 17 |
| | I.6.1.Maladies fongiques | 17 |
| | I.6.2.Insectes ravageurs | 18 |

CHAPITRE 02 : PLANTATION ET SOINS CULTURAUX

| | | |
|-----|-------------------------------------|----|
| II. | Plantation et soins culturaux | 20 |
| | II.1. préparation de terrain | 20 |
| | II.2. La plantation | 20 |
| | II.3.soins culturaux | 21 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| II.3.1. Soins à la plantation | 21 |
| II.3.2. La taille..... | 22 |
| II.3.3. Irrigation..... | 23 |
| II.3.4. Fumure d'entretien..... | 23 |
| II.3.4. Récolte et rendement..... | 24 |

Chapitre 03: Pollinisation et fécondation

| | |
|---|----|
| III. Pollinisation et fécondation..... | 26 |
| III.1. La pollinisation..... | 26 |
| III.2. La fécondation..... | 26 |
| III.3. Les stades phénologiques du pistachier fruitier..... | 28 |
| III.3.1. Le débourrement..... | 28 |
| III.3.2. Elongation des pousses | 28 |
| III.3.3. La feuillaison..... | 28 |
| III.3.4. La floraison..... | 29 |
| III.4. Croissance du fruit après fécondation..... | 30 |

Chapitre 04: La multiplication et germination du pistachier

| | |
|---|----|
| IV. La multiplication et germination du pistachier..... | 33 |
| IV.1. La multiplication..... | 33 |
| IV.1.1. la multiplication par semis..... | 33 |
| IV.1.2. la multiplication par greffage..... | 33 |
| IV.1.3. Multiplication par bouturage..... | 39 |
| IV.1.4. la multiplication in vitro..... | 40 |
| IV.2. la germination des graines..... | 40 |
| IV.2.1. Concept et processus de la germination..... | 40 |
| IV.2.2. Caractéristiques de la graine..... | 41 |
| IV.2.3. Physiologie et biochimie de la germination..... | 43 |
| IV.2.4. Facteurs affectant la germination et la vigueur des graines | 45 |
| IV.2.5 Les dormances des graines..... | 47 |
| IV.2.6. Différentes méthodes pour la levée de la dormance..... | 51 |

PARTIE 02 : EXPERIMENTALE

| | |
|---------------------------------------|----|
| I. Matériels et méthodes..... | 57 |
| 1. Objectif de recherche | 57 |
| 2. Présentation de la zone étude..... | 57 |

| | |
|---|----|
| 2.1. La ferme de démonstration (ITAF TIGHENNIF –MASCARA)..... | 57 |
| 2.2. Moyens humains..... | 58 |
| 2.3. Moyens technique..... | 58 |
| 2.4. Activités Principales..... | 58 |
| 2.5. Production de matériel végétal..... | 59 |
| 2.6. Etude monographique de l’exploitation..... | 59 |
| 3. caractéristiques de variétés étudiées..... | 62 |
| 4. Le Protocole..... | 63 |
| 5. Paramètres étudiés | 68 |
| 6. Résultats..... | 68 |
| 6.1. Taux de germination..... | 71 |
| 6.2. Etude et interprétation statistique (longueur et nombre des feuilles)..... | 74 |
| 6.2.1. La longueur des tiges | 74 |
| 6.2.2. Nombre des feuilles..... | 75 |
| 6.3 Discussion générale..... | 77 |

Conclusion

Référence

Sites web

Annexes

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 : la production mondiale de pistachier en volume de 2009 à 2018 ,en tonnes métriques..... | 1 |
| Figure 2 : carte des zones potentielles de la culture du pistachier en Algérie..... | 4 |
| Figure 3 : Air géographique du culture de pistachier fruitier..... | 8 |
| Figure 4: verger de comportement du pistachier..... | 10 |
| Figure 5: Les différents types de feuilles composées de pistachier fruitier..... | 11 |
| Figure 6: Les organes floraux du pistachier..... | 12 |
| Figure 7: fruits de pistachier (pistaches avec tégument extérieurs, variétés Achouri ; Nab djmel ; Adjmi ; Batouri)..... | 13 |
| Figure 8: graines de pistachier vrai..... | 14 |
| Figure 9: quelques insectes ravageurs du pistachier vrai (pistacia vera .L) et leur dégats..... | 19 |
| Figure 10 : différents stades phénologiques de pistachier vrai..... | 32 |
| Figure 11: un greffage en écusson..... | 34 |
| Figure 12: la greffe en chip budding..... | 34 |
| Figure 13: la greffe en fente de pistavhia vera..... | 35 |
| Figure 14: greffe en courone ou greffe a l'anglaise au galop à un greffon de pistacia vera..... | 35 |
| Figure 15: greffe en sifflet/flute de pistacia Vera..... | 35 |
| Figure 16: la greffe en placage de pistacia vera..... | 36 |
| Figure 17: greffe anglaise compliquée de pistacia Vera..... | 36 |
| Figure 18 : les semences de pistachiers conditionnés dans un sachet..... | 37 |
| Figure 19: ouverture de la suture..... | 42 |
| Figure 20: coupe longitudinale d'un fruit de pistacia Vera..... | 43 |
| Figure 21: les étapes de la germination d'une graine..... | 45 |
| Figure 22: les différents facteurs impliqués dans la qualité germinative des semences..... | 45 |
| Figure 23: schéma du mécanisme de l'apport d'oxygène à l'embryon ; a travers les enveloppes séminales imbibées qui renferment des composés phénoliques..... | 49 |
| Figure 24: Localisation de la démonstration de L'ITAF de Teghenif..... | 57 |
| Figure 25: Plan parcellaire de la ferme de démonstration de L'ITAF de Teghenif..... | 58 |
| Figure 26: Fruits à maturité des quartés variétés étudiées de pistachier vrai..... | 63 |

| | |
|---|----|
| Figure 27: une stratification des semences..... | 64 |
| Figure 28: semis hors sol..... | 65 |
| Figure 29: Un concassage de 50 graines..... | 65 |
| Figure 30: semis en plein champs..... | 66 |
| Figure 31: semis en plein champ..... | 66 |
| Figure 32: la disposition de la semence en deux milieux..... | 67 |
| Figure 33: désherbage des plants..... | 68 |
| Figure 34: les jeunes plantules de pistachier vrai variété Neb Djamel A plein champs..... | 68 |
| Figure 35: les plantules de la variété Batouri..... | 69 |
| Figure 36: les différents stades de développement de la variété Achouri..... | 69 |
| Figure 37: la longueur des racines de chaque variété..... | 70 |
| Figure 38: le développement de la tige de la variété Batouri en hors sol..... | 71 |
| Figure 39: le taux de germination de deux milieux en fonction des variétés..... | 73 |
| Figure 40: le taux de germination de deux milieux en fonction des variétés..... | 73 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1: répartition du pistachier fruitier en Algérie (Kafkas, 2001)..... | 4 |
| Tableau 2 la composition en nutriments des pistachies (100g)..... | 5 |
| Tableau 3 : caractéristique de principales variétés de pistachier (Pistachier Vera .L)..... | 15 |
| Tableau 4: Source la culture de pistachier, septembre 1971..... | 20 |
| Tableau 5: Emplacement des arbres mâles et femelles dans le verger de pistachier..... | 26 |
| Tableau 6 : Cycle biologique du pistachier vrai en Syrie..... | 31 |
| Tableau 7: la précipitation au niveau de la ferme..... | 60 |
| Tableau 8: la précipitation cumulée mensuelle (2009/2019)..... | 60 |
| Tableau 9: la température moyenne mensuelle..... | 61 |
| Tableau 10: L'humidité relative (2019)..... | 61 |
| Tableau 11: Analyse du sol..... | 61 |
| Tableau 12: caractéristique des variétés étudiées..... | 62 |
| Tableau 13: Le nombre de graines de chaque variété en deux milieux..... | 67 |
| Tableau 14: Taux de germination 32 jours après le semis..... | 72 |
| Tableau 15: Taux de germination après 50jours de semis..... | 72 |
| Tableau 16: La longueur des tiges (11/04/2019)..... | 74 |
| Tableau 17: LA longueur des tiges (30/05/2019)..... | 74 |
| Tableau 18: Nombre des feuilles (11/04/2019)..... | 75 |
| Tableau 19: Nombre des feuilles (30/05/2019)..... | 75 |

Liste des abréviations

FAO : organisation mondial pour l'alimentation et l'agriculture

ACSAD : centre arabe des études des zones arides

ITAFV : Institut Technique des Arbres Fruitiers et de la Vigne.

ha : hectare , **qx** : **Quintaux**

DA : dinars

G, g : gramme

Mg : milligramme

Kg : kilogramme

UI : unité internationale

m : mètre

cm : centimètre

mm² : millimétré carré

% : Pourcentage

°C : Degrés Celsius

m³ : mètre cube

° : degré

Kg : kilogramme

DSA : Direction des Services Agricoles

Atp ase : Adénosinetriphosphatase

ABA : Acide abscissique (abscisic acid)

GA₃ : Acide gibbérellique

O₂ : oxygène

H₂SO₄ : Acide sulfurique

H₂O₂ : Peroxyde d'hydrogène

CO₂ : Dioxyde de carbone

H : heure

SAU : surface agricole utilisé

Introduction générale



❖ Introduction :

En de nombreuses régions d'Algérie, même si les conditions climatiques ne sont pas favorables à la culture d'arbres fruitiers surtout lorsque les précipitations sont faibles, certaines espèces rustiques telles que l'amandier, l'olivier et le pistachier s'y adaptent **(DUTUIT, et al ,1991)**.

Ces zones (semi- arides et arides) dont la superficie est importante décèlent un potentiel de production qui doit attirer notre attention en vue de développer une économie agro forestière surtout dans le pourtour méditerranéen où les ressources alimentaires diminuent continuellement. C'est pour cela que la valorisation de ces zones constitue une préoccupation nationale.

Le pistachier vrai, par ses capacités physiologiques offre l'aptitude à valoriser les zones arides et semi- arides algériennes et génère une source considérable de revenus pour les riverains, que ce soit par ses fruits ou par sa haute valeur fourragère **(MORSLI, et al; 2005)**. En effet, le pistachier fruitier n'est pas pour nous une curiosité exotique comme les espèces tropicales c'est une essence méditerranéenne connue, acclimatée et cultivée sous nos latitudes depuis la plus haute antiquité **(KHELIL et KELLAL, 1980)**. Et, de ce fait la réhabilitation des anciens vergers et l'implantation des jeunes pistacheraies s'avèrent urgents et constituent une solution pour atteindre certains objectifs dont l'autosuffisance en production, la lutte contre la désertification, la fixation des sols dénudés et l'exploitation des sols difficiles.

Cette espèce tolère les eaux ayant des taux de salinité relativement élevés Elle est dotée d'une très forte résistance aux conditions extrêmes telles que de longues sécheresses estivales ou des températures très basses atteignant les -30°C en hiver **(KRUEGER et FERGUSON, 1995)**.

En Algérie, plusieurs espèces de pistachiers, notamment le lentisque (*Pistacia lentiscus*), le bétoum (*Pistacia atlantica Desj*), le térébinthe (*Pistacia terebinthus L.*), se trouvent à l'état spontané et sont très répandus dans certaines régions où ils constituent une meilleure

Indication de possibilité de développement du pistachier (**KHELIL et KELLAL, 1980; MORSLI et ai, 2001**).

L'information disponible sur les caractéristiques des variétés du pistachier et leur adaptation à différentes conditions de milieu sont très limités. C'est une espèce encore peu étudiée, bien qu'au cours de ces dernières années on ait développé d'importants programmes de recherche dans quels pays (**KASKA; 1990**). A cause de la difficulté de multiplication

Ainsi que le pistachier vrai (*Pistacia vera L.*) qui est une espèce comprenant plusieurs

Variétés commerciales parmi lesquelles on trouve **Achouri, batouri, nab djmel et Adjemi**

(**BENNABI ; 2004**).

De l'espèce, ces variétés sont peu répandues en dehors de leur région d'origine.

Toutefois, l'obtention de plants issus de semis est difficile pour cette espèce de pistachier. D'une part l'endocarpe est une barrière imperméable qu'il faut scarifier, mécaniquement ou chimiquement à l'aide de l'acide sulfurique ou de la soude caustique ou de l'acide gibbéréllique, afin de faciliter à l'intérieur des graines, le passage de l'eau, indispensable pour la germination (Romero et al, 1988).

L'objectif principal de cette étude est d'étudier l'effet de concassage des graines de semences du pistachier vrai (l'espèce *pistacia vera*) et voir les effets et les influences sur leur germination avec comparaison du taux de germination de 4 variétés et leur comportement de croissance entre plein champs et en sachet installées en pépinière.

Ces tests sont à réaliser dans la station I.T.A.F de la zone de Mascara.

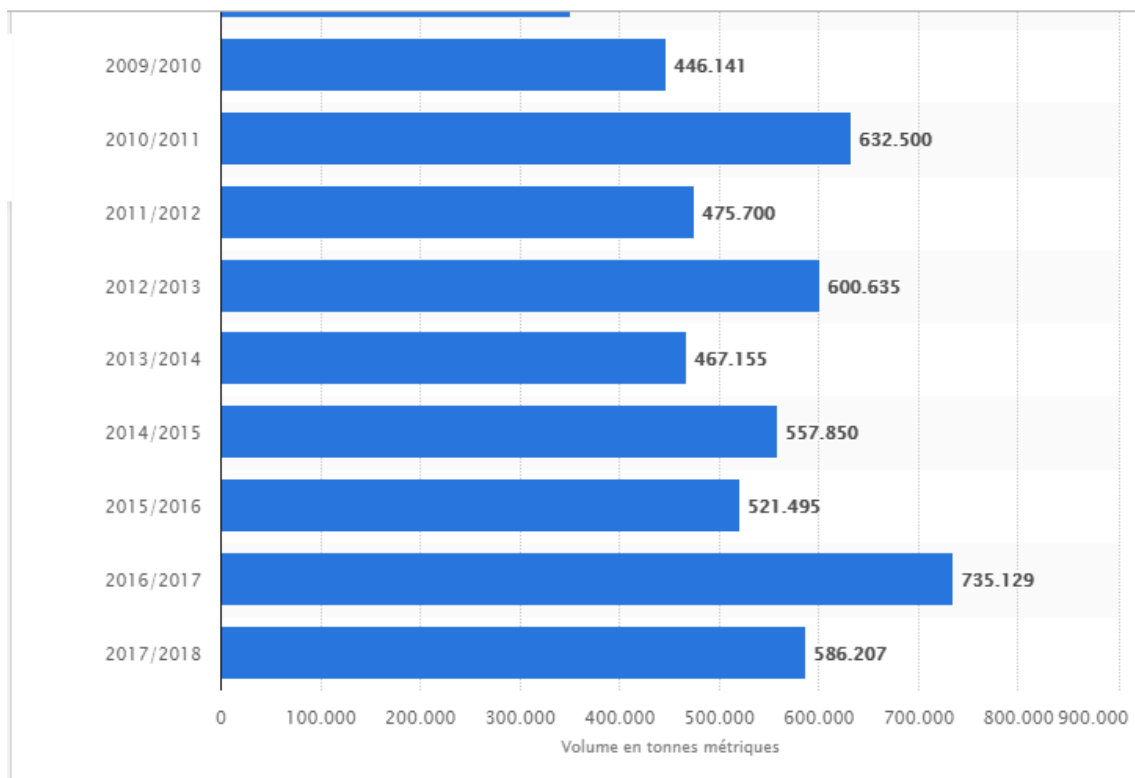


I. Généralité sur le pistachier vrai

TM. Importance économique de la culture du pistachier

Le pistachier est parmi les arbres fruitiers qui a une grande importance économique, en termes de capacité d'exportation et pourvoyeur de devises. Pour cet effet, de nombreux pays arabes comme la Jordanie, Libye, Tunisie, Algérie, Maroc et autres pays ont introduits cette culture. Selon des rapports de la **FAO** qui montrent que la production de pistaches a enregistré une énorme augmentation entre les années 1969 – 2006. En effet durant les années soixante du dernier siècle la production était environ de 32 mille tonnes, elle a augmenté durant le début des années quatre-vingt-dix environ huit fois soit plus de 250 mille tonnes. En 2008, la production mondiale était de 562327 tonnes partagée entre les pays producteurs.

TM.1. Production dans le monde



FigureN° 1 :la production mondiale de pistachier en volume de 2009 à 2018 ,en tonnes métriques (site web<https://fr.statista.com/statistiques>).

L'Iran occupe la première place dans le monde du point de vue superficie cultivée de cette spéculacion soit environ 50% de la superficie mondiale, vient en seconde position l'Etat Unis d'Amérique puis la Turquie et la Syrie qui vient en quatrième position avant la Chine.

En dernière position le reste du monde qui comporte le Grèce, l'Italie, la Tunisie et le Maroc (FAO).

TM.2. Aperçu sur la culture du pistachier en Algérie

La culture du pistachier en Algérie a commencé par l'introduction de la variété tunisienne "Mateur" dans les régions de l'est algérien (Batna, Timgad, AïnMadhi, Bouira, Hammam Dhelaa). Cette culture existe aussi dans le centre ainsi l'ouest algérien plus précisément dans la wilaya de Sidi Bel Abbès (Sfisef) et dans la wilaya de Saïda (AïnHadjar, Sidi Amar).

Depuis 1980, le centre arabe (ACSAD) en coopération avec l'institut technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne (ITAFV) de Boufarik a introduit en Algérie des variétés de pistachier suivantes: Batouri, Achouri, Oleïmi, Boundoki et Aïn Tina en plus des semences de pistachier de Palestine et de pistachier d'Atlas et placé dans le centre d'introduction, de conservation et de contrôle du matériel végétal à Blida.

La station expérimentale de Tighennif(Mascara) qui appartient à ITAFV a également introduit des variétés de pistachier pour l'étude de leur comportement et pour leur mise en culture dans la région.

L'Algérie dispose un climat et un sol favorable pour l'extension de la culture du pistachier étant que cette dernière ne demande pas de grandes quantités d'eau ainsi une terre de qualité. De nombreux exploitants essayent d'introduire le pistachier dans leurs terres dans la condition qu'ils trouvent l'aide de la part des représentants du secteur agricole. Dans ce domaine, ITAFV de Tighennif a dressé un programme pour l'intensification de cette culture en distribuant gratuitement des plants porte- greffe de pistachier aux fellahs désirant l'introduire dans leurs exploitations agricoles et le suivi technique par les agents de cette institution agricole.

L'Algérie s'est engagée, pour la première fois, dans la production de pistache, après plusieurs années d'expérimentation menées par l'Institut technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne (ITAF).

Actuellement, la culture du pistachier occupe une superficie de 90 hectares (ha). Les plantations se trouvent, principalement, dans certaines wilayas, situées dans les zones

steppiques, comme Naâma, El Bayedh, Laghouat, Djelfa et M'Sila. Mais, à l'horizon 2025, la superficie dédiée à cette nouvelle culture devrait atteindre, selon le programme tracé par le ministère de l'Agriculture, 50.000 ha pour une production de 100.000 quintaux (q x).

Pour atteindre cet objectif, les services du ministère de l'Agriculture, l'ITAF en tête, mènent une campagne de sensibilisation en direction des agriculteurs, avec en prime une offre gratuite et symbolique de 100 plants de pistachier et un kilogramme de semence pour chaque agriculteur qui voudrait se lancer dans la production.

La figure 02 montre les zones favorables de la culture du pistachier. Selon **KHELIL et KELLAL (1980)**, la présence du genre Pistachier à l'état spontané dans certaines régions de notre pays constitue la meilleure indication de possibilités pour le Pistachier fruitier d'y prospérer.

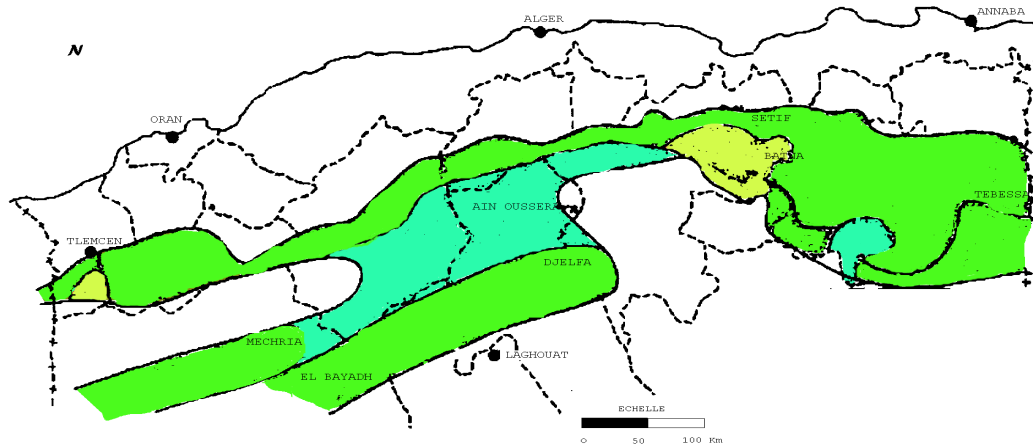
En se basant sur les exigences écologiques de cette espèce, **KHELIL et KELLAL (1980)** ont pu délimiter 4 zones à vocation Pistachier en Algérie:

Zone favorable : Cette zone répond à l'ensemble des exigences écologiques de l'espèce.

Zone moyennement favorable : Elle répond à l'ensemble des exigences climatiques du Pistachier, mais dont le sol conviendrait moyennant quelques amendements.

Zone peu favorable : C'est une zone qui répond à l'ensemble des critères de climat à l'exception de l'altitude et dont le sol peut ou ne pas convenir.

Zone non favorable : Elle ne répond pas aux critères de climat mais c'est une zone dont le sol pourrait convenir à la culture du pistachier (**KHELIL et KELLAL (1980)**)



| | |
|--|-----------------------------------|
| | Zone favorable |
| | Zone moyennement favorable |
| | Zone peu favorable |
| | Zone non favorable |

(source MORSLI et al).

Figure N°2 : carte des zones potentielles de la culture du pistachier en Algérie

➤ **En Algérie** Le pistachier fruitier planté en Algérie a connu des contraintes dues à la nature de l'espèce et à la méconnaissance des techniques de sa conduite. ace à ses forts problèmes, l'Algérie en tant que pas dont l'agriculture est un créneau prometteur a repris en main cette culture agro pastorale et commerciale (Anonyme, 2011). Le **Pistacia Vera** est la seule espèce de son genre qui produit des noix comestibles. on introduction date des années 70-0, avec une superficie globale de 400 ha environ répartis dans les wilayas (Kafkas, 2001).

Tableau 1: répartition du pistachier fruitier en Algérie (Kafkas, 2001).

| Régions | Bouira | Batna | Tlemcen | Blida | Msila | Saida | Tighennif |
|------------------|--------|-------|---------|-------|-------|-------|-----------|
| Superficies (ha) | 50 | 20 | 10 | 2 | 150 | 150 | 20 |

Dans la région de l'ouest du pays, la mise en place de cette culture a été faite en 1973, limitée à la zone de Saïda, sur des terres des domaines autogérées dans trois communes : **sidi Ammar**, **sidi Aïssa**, **Ain l Hdjar** et **ouledbrahim**. Ces vergers abandonnés par la suite faute d'une main d'œuvre qualifiée (**Kafkas, 2001**).

I.1.3. Importance nutritionnelle des pistaches

Sur le plan nutritif, les pistaches ont une valeur très importante autant que les noisettes et les amandes, elles entrent dans la composition de certains mets et on les mangent comme dessert c'est la consommation en apéritifs qui se développe en Europe et en Amérique, en Syrie, le prix de la pistache varie entre 147 à 170 lire Syrien le kilo équivalent de 1100 DA le kilo en Algérie.

Les pistaches comme les autres fruits oléagineux contiennent une quantité importante en phospholipides et une quantité moyenne de protéines en plus ses contenances en sucres et en éléments minéraux comme ils sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2: la composition en nutriments des pistaches (100g).

| Nutriments | Unités | Quantités | Nutriments | Unités | Quantités |
|------------------|--------|-----------|--------------|--------|-----------|
| Protéines | G | 21 | Sodium | Mg | 1 |
| Lipides | G | 44 | Zinc | Mg | 2 |
| Glucides | G | 28 | Cuivre | Mg | 1 |
| Fibre | G | 10 | Vitamine C | Mg | 5 |
| Calcium | Mg | 107 | Vitamine B6 | Mg | 1.7 |
| Fer | Mg | 4 | Vitamine B12 | Mg | 0 |
| Magnésium | Mg | 121 | Vitamine A | UI | 553 |
| Phosphore | Mg | 490 | Vitamine E | Mg | 5 |

Source: Laurence LIVERNAIS-SAETTEL, diététicienne diplômée d'état, 2002

Source: USDA Nutrient Database, 2002.

Les pistaches sont aussi de bonnes sources de magnésium, phosphore, potassium, vitamines du groupe B, vitamine E et fibres.

TM.4. Intérêt médicinales des pistaches

Jusqu'à maintenant, cinq grandes études (the Adventist Health Study, The Physicians' Health Study, The Iowa Women Health Study, the Nurses' healthS tudy and the CARE study)

ont examiné la relation entre la consommation de fruits oléagineux et l'incidence des maladies cardiovasculaires. Toutes ont trouvé un effet bénéfique de la consommation des fruits oléagineux. Ceci est principalement dû à la teneur en matières grasses de ces fruits. Les acides gras mono insaturés ont un effet reconnu sur la réduction du cholestérol total et LDL (mauvais cholestérol). Le magnésium, le cuivre, l'acide folique, le potassium, les fibres et la vitamine E présents dans les pistaches peuvent aussi jouer un rôle dans la prévention des maladies cardiovasculaires.

Selon certains médecins préconisent l'emploi du mastic extrait du pistachier lentisque contre les infections pulmonaires, urinaires et douleurs d'estomac. En Algérie, on utilise les racines moulues mélangées avec de l'huile contre la toux infantile, en Iran on utilise les téguments des pistaches contre les diarrhées excessives (**ITAFV Mascara**).

1.2. Origine du genre *Pistacia* et historique de la culture de *Pistacia vera*

1.2.1. Origine

Le genre ***Pistacia*** a une origine très ancienne et comptait avant l'ère tertiaire de nombreux représentants. Ceci explique le fractionnement actuel des aires des différentes espèces. La présence de restes fossiles du genre dans les îles de l'océan Atlantique apporte une preuve à cette opinion. Les pistachiers sont vraisemblablement originaires des régions forestières subtropicales et l'ancienne zone méditerranéenne, les espèces ayant subi par la suite une forte xérophitisation.

En ce qui concerne *Pistacia vera*, le plus important du genre puisqu'il donne seul des fruits comestibles, la détermination de l'aire géographique d'origine est assez difficile en raison de l'ancienneté de la culture qui a conduit à une vaste dispersion dans les pays chauds de l'Asie occidentale. Si l'espèce se rencontre actuellement dans les pays méditerranéens, en Crimée et en Transcaucasie, elle n'a été observée, à l'état sauvage que dans la partie orientale de son aire actuelle : Syrie, Iran, Afghanistan et surtout Turkestan (**LEMAISTRE. J, 2000**).

1.2.2. Historique de la culture

Les savants accompagnants Alexandre le Grand signalaient déjà la culture du pistachier en Bactriane. D'après Pline, la pistache comestible fut introduite en Italie, sous le règne de Tibère, par Vitellius gouverneur de la Syrie, de là elle parvint en Espagne où Flaccus Pompeius l'importa. Posidonius, Dioscoride, Pline et Jalenius, signalent sa culture en Syrie. Soleiman, en 815 après J.C, a remarqué, en Chine, des cultures de pistachier. C'est

vraisemblablement à partir des arbres importés en Italie que les plantations se créent dans l'empire romain : France, Grèce, Afrique du Nord. Aux Etats-Unis, l'importation du pistachier est relativement récente : 1853. Mais, en fait, ce n'est qu'à partir d'une seconde introduction en provenance de France, en 1876, que la culture se développe un peu en Californie, en Arizona et au Texas (**LEMAISTRE.J, 2000**).

Le pistachier (*Pistacia vera L*) est originaire du Turkestan, notamment des régions désertiques des monts de Kopet DAGH au Turkménistan où existent encore des forêts de cette espèce à l'état spontané (peuplement très lâche couvrant des montagnes arides) (**BOUTBOUL, 1986**).

A partir de ces peuplements, les agriculteurs ont, au cours des siècles, peu à peu sélectionnés des variétés donnant des fruits de qualité au point de vue grosseur. Parfum, déhiscence de la coque, productivité et adaptées à différentes régions du globe (**BOUTBOUL, 1989**).

Cette sélection de nouvelles variétés de Pistachier a favorisé le développement et l'expansion de sa culture dans le monde.

- ✓ **En Asie**, l'espèce a fait l'objet d'une véritable culture notamment en Iran. En Turquie et en Syrie.
- ✓ **En Amérique du Nord** (U.S.A). L'espèce a été introduite en 1857 (**EVREINOFF, 1948**), mais son développement est relativement récent. il est lié à la sélection de nouveaux cultivars.
- ✓ Au niveau de la zone méditerranéenne, le Pistachier fruitier est connu. Acclimaté et cultivé depuis fort longtemps, mais sa culture n'a jamais connu un vrai développement. Ce n'est que vers ces dernières années que l'espèce a fait l'objet de nombreuses études, notamment en Italie. en Espagne, en Grèce et en Tunisie. En Algérie, quelques études lui ont été consacrées et qui restent très dispersées (**EVREINOFF, 1948**).



Figure N°3 : Air géographique de la culture de pistachier fruitier.

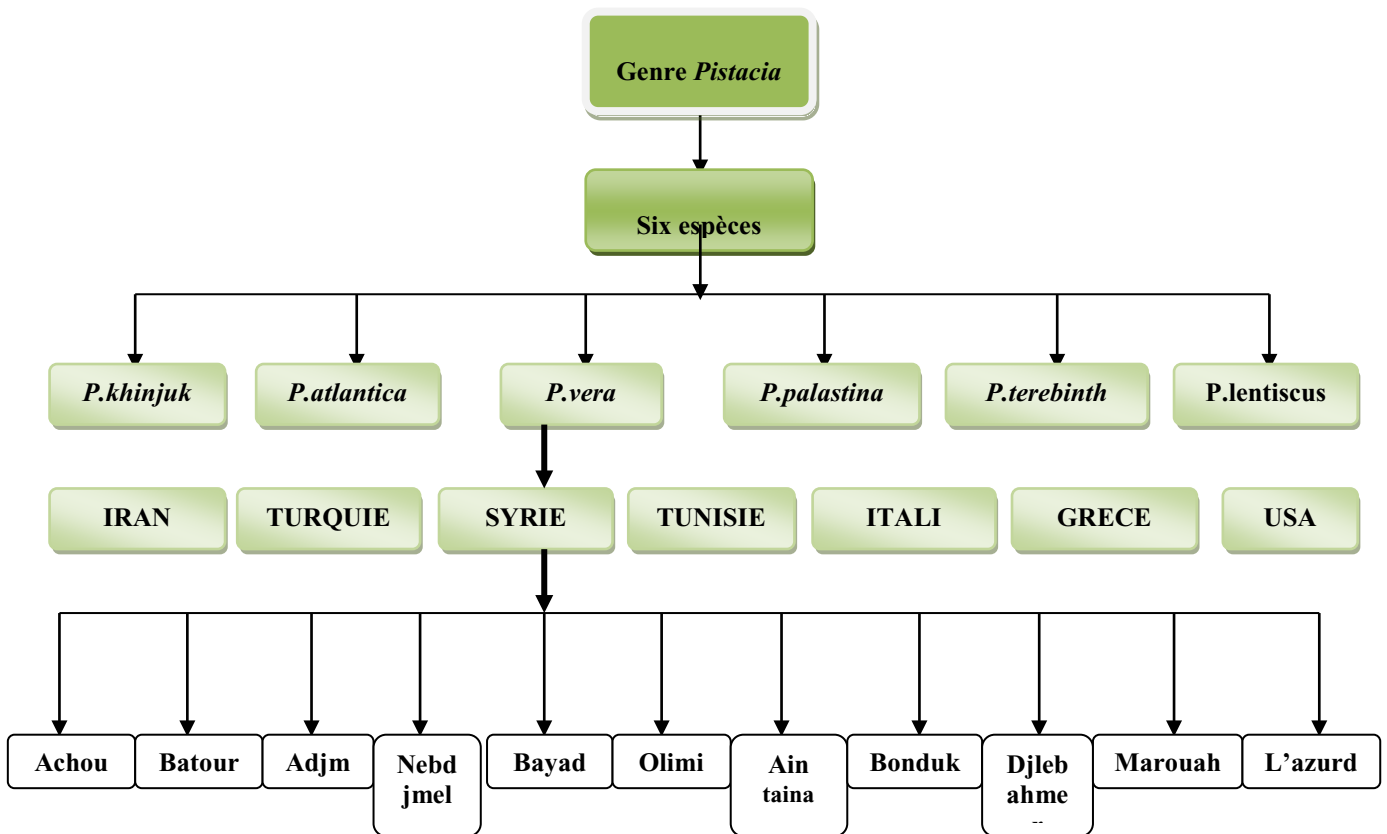
T3.L'arbre du pistachier

T3.1.Classification botanique

L'étude monographique du genre pistacia, faite par **ZOHARY en 1952** montre que ce genre comprend 04 sections et 11 espèces, *pistacia vera* est la seule espèce produisant des fruits comestibles, sa classification botanique est la suivante :

| Règne | Végétale |
|---------------------------|----------------------|
| Embranchement | Spermaphytes |
| Sous embranchement | Angiospermes |
| Classe | Dicotylédones |
| Sous classe | Apétales |
| Ordre | Thérribinthes |
| Famille | Anacardiées |
| Genre | Pistacia |

Source: ACSAD, 1998.



3.2. Caractères morphologiques du pistachier fruitier

➤ Aspect de l'arbre

Le Pistachier cultivé est un arbre de faible vigueur, de 3 à 10 m de hauteur; le tronc strié, grisâtre et court : l'écorce des branches est blanchâtre. Le Pistachier vrai est une espèce dioïque. C'est à dire que l'on distingue des pieds mâles et des pieds femelles. Le port du pied mâle est plus érigé que celui du pied femelle (BOUTBOUL, 1986).



Figure 4: verger de comportement du pistachier :ITAFV Tighennif (HASSAD.K et DAHOUI .B).

➤ Le système racinaire

Son système racinaire est très puissant. En germant, la graine émet un très long pivot, il atteint parfois 7 m de profondeur et un système racinaire latérale pouvant atteindre la longueur de 5 – 10 m du collet de l'arbre. Cet ensemble de racines permet au pistachier de supporter les périodes sèches de l'année en cherchant l'humidité dans le sol et se développer dans sols médiocres et dans les zones arides (**BOUTBOL, 1986**) et (**LEMAISTRE.J, 2000**).

➤ Les feuilles

Le feuillage est caduque. Les feuilles tombent en Octobre (plutôt dans les zones froides). Elles apparaissent en Avril (**BOUTBOUL, 1986**). Elles sont alternes. Composées pennées (3 à 5 folioles parfois 7, ovale-orbiculaires, oblongues, rarement une seule), de grandeur variable (10 cm de long en moyenne) ; leur face supérieure est d'un vert brillant, le pétiole est velu, canicule au-dessus (**BOUALEM. S, 2010**)



Feuille composée à 4 folioles

Feuille composée de 5 folioles

Figure N°5: Les différents types de feuilles composées de pistachier fruitier.

➤ Les organes floraux

Chez le pistachier, les fleurs sont unisexuées et groupées en inflorescence. Cette espèce étant dioïque, les inflorescences mâles et les inflorescences femelles sont portées par des pieds distincts.

La différenciation des bourgeons floraux (aussi bien mâles que femelles) s'effectue au cours de l'été et jusqu' au printemps suivant (Avril de l'année suivante), (**BOUTBOUL, 1986**).

Les inflorescences sont localisées sur les rameaux d'un an, elles apparaissent en avril après les fortes gelées de printemps.

L'inflorescence mâle est une grappe composée, de 6 cm de long en moyenne. Elle comprend de 190 à 260 fleurs (**MLIKA, 1987**).

La fleur mâle est petite et apétale. Elle se compose d'un androcée, constituée d'un nombre variable d'étamines (3 à 8) mais souvent de 5 étamines (**MLIKA, 1987**) fixées autour d'un réceptacle plan. Cet appareil est protégé par un calice de 3 à 4 bractées membraneuses.

L'étamine a un filet mince, court et une anthère intorse à deux loges séparés par un connectif.

Les grains de pollen, qui sont libérés des anthères à maturité, sont de couleur jaune. De forme sphérique et présentent 4 pores germinatifs.

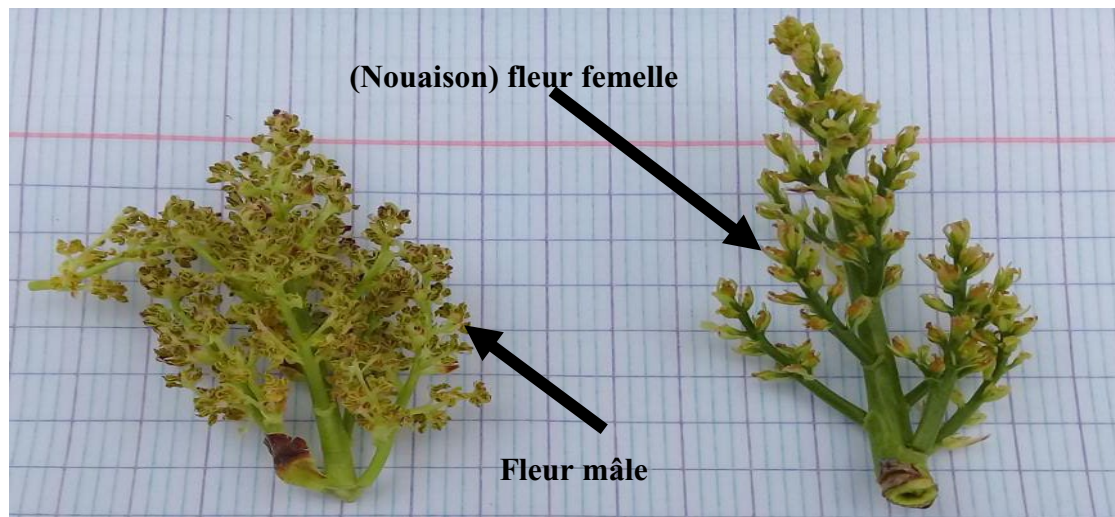


Figure N° 6: Les organes floraux du pistachier (prise le 11/04/2019 par HASSAD.K et DAHOUI .B)

L'inflorescence femelle est une grappe composée, lâche et rameuse, comprenant de 450 à 500 fleurs (MLIKA, 1987).

La fleur femelle petite et apétale, elle comprend un calice de 3 à 5 bractées et un gynécée formé d'un ovaire sessile à 3 carpelles soudés, sans cloison intercalaire ; cet ovaire renferme un seul ovule anatrope porte par un long funicule ; il est surmonté d'un style court et d'un volumineux stigmate trifide à divisions inégales.

Les papilles stigmatiques de couleur jaune verte, sont très développées et frisées, leur surface est de l'ordre de 4mm² (MLIKA, 1987).

➤ Le fruit

La pistache est une drupe sèche de la grosseur d'une belle olive, elle est monosperme, ovoïde généralement déhiscente. Elle mûrit en septembre.

Sa drupe comprend de l'extérieur vers l'intérieur :

- ❖ Le péricarpe : de couleur verdâtre avant maturité, il devient rose jaunâtre ou rouge vif à maturité. Il se dessèche et se détache facilement.
- ❖ Le mésocarpe : il est spongieux à maturité.
- ❖ L'endocarpe ou coque : la coque est bivalve (déhiscente ou non) Lignifiée, de couleur blanchâtre.

❖ L'amande : c'est la partie comestible de la pistache. Ses deux cotylédons à chair jaunâtre ou verte «pistache», sont enveloppés d'un tégument de couleur brune trachée de rouge au tour du hile (BOUTBOUL, 1986).



FigureN° 7: fruits de pistachier (pistaches avec téguments extérieurs, variétés Achouri ; Nabdjmel ; Adjmi ; Batouri). SOURCE HASSAD.K et DAHOUI .B.

➤ Graines

La graine possède un seul embryon, les cotylédons sont volumineux de teinte verte; l'épiderme de la graine également appelée amande est de couleur brune, à reflets rosâtres L'amande est d'une saveur très agréable et fine, surtout lorsqu'il est grillé. Il renferme de 5 à 0,4 % huile grasse, 1, 7 à 3, 4 % de matières albuminoïdes et 15 à 17, % de matières extractives, non azotées (Evreïnoff, 1955).



FigureN° 8: graines de pistachier vrai (Serrar 2011)

TM. Principales variétés de pistachier

Il existe de nombreuses variétés de pistachier dans le monde. Chaque pays producteur possède ses propres variétés, bien adaptées donnant satisfaction au producteur mais aussi aux consommateurs.

La variété de pistaches doit présenter à un certain nombre de qualités tels que la grosseur, la productivité, la qualité gustative et la couleur tableau (tableau3) ce dernier facteur est moins important que les précédents pour les fruits « apéritifs », c'est le cas des variétés iraniennes qui sont de couleur jaune, mais très déhiscence (facile à ouvrir).

Les principales variétés de pistachier dans les principaux pays producteurs de pistache dans le monde sont citées ci-dessous (jacquy,1972b ; Ascad ,1998 ; parfitt et al , 2005).

➤ **Variétés turques et syriennes :**

En Turquie, « Uzum Kirmizi et Halebi (Alep) » sont les variétés les plus cultivées. En Syrie, les variétés qui dominent largement sont « Achouri » et « bataury ». D'autres cultivars, tels que « Alemi », « Obiad » et « Ajmi » sont également cultivés en Syrie.

➤ **Variétés iraniennes :**

En Iran, premiers pays producteur de pistache dans le monde, les variétés « Momtaz », « Ohadi » et « KalehGhauchi » ont été adaptées pour leurs qualités et leurs productions abondantes ; Il existe d'autres cultivars intéressants tel que : « Bademi », « Demghan » ; « Famtog », « Ghafari », « Kazouini », « Safideh –Montaz », « Razvine », « Shasti » et « Vahdi ».

➤ **Variétés Européennes :**

L'Italie et la Grèce sont les principaux pays européens producteurs de pistaches. Bronte en Sicile est la zone productrice la plus importante en Italie. « Napoletanna (Bianca) » est la variété dominante dans ce pays. Il existe d'autres cultivars mais moins plantés.

➤ **Variétés Californiennes :**

« Kerman » est les principales variétés femelles cultivées dans toutes les régions en Californie, ce cultivar donne des rendements très élevés avec une qualité supérieure de pistaches.

➤ **Variétés Tunisiennes :**

La variété « Mateur », « El Guittar », « Sfax » et « Meknassi » sont les plus cultivées ; d'autres variétés ont été introduites dans ce pays tel que « Ohadi », « Achouri » et « Kerman ».

Tableau 3 : caractéristique de principales variétés de pistachier (*Pistachier Vera .L*)

| Zone de culture | Variétés | Caractéristiques |
|-----------------|-----------------------------|--|
| Syrie | Achouri | Fruit moyen, rouge déhiscent, très productif, excellente qualité. |
| | Batouri | Gros fruit, blanchâtre, peu déhiscent, peu vigoureux, bonne qualité. |
| | Alemi | Fruit assez gros, déhiscent. |
| | Lazouardi | Fruit petit, rose garance déhiscent. |
| Turquie | Uzun | Fruit long, moyen, très productif mais avec alternance forte. |
| | Kirmizi | Fruit moyen, rouge, très productif mais alternant. |
| | Halebi | Gros fruit, amande vert très claire a jaunâtre a moins besoin de froid que les autres variétés. |
| | Abiad-miwahi | Feuilles a fruits non pigmentées, moyen a noyau blanc, déhiscent. |
| | El jalal | Fruit petit, allongé, brou épais indéhiscent, amande de bonne qualité. |
| | Aintaby | Fruit petit, comprimés, un coté blanc, l'autre rougeâtre indéhiscent. |
| | Ajmi | Fruit moyen, charnu, rouge foncé, très dur, indéhiscent, cultivar très employé comme porte- greffe franc de semis. |
| Iran | Wahedi et Ohadi | Gros fruit, rond déhiscent, amande vert claire a jaunâtre. |
| | Sfideh – Montaz et Dameghan | Gros fruit, allongé déhiscent, amande jaunâtre, très appréciées. |
| | Razvine | Fruit petit, allongé peu déhiscent, amende d'un beau vert, mieux adapté aux zones froides. |
| Grèce | Aegina | Répondu dans toute la zone de production. |
| Italie | Napoletana | Fruit moyen, allongé rouge vineux a crème, souvent déhiscent ; mi – précoce, vigoureux. |
| | Agostana | Fruit moyen, ovale, rouge vineux a crème, souvent déhiscent. |
| | Notaloro | Fruit petit, rouge vineux a jaune crème, productif. |
| Etats-Unis | Allepo | Gros fruit, arrondi, rouge foncé, déhiscent, grosse amande, assez vigoureux, fertiles. |
| | Bronte | Fruit moyen, allongé, d'un côté crème de l'autre rougeâtre, bonne qualité. |
| | Kerman | Gros fruit, déhiscent, mais avec une proportion non négligeables de |

| | | |
|----------------|--------|---|
| | | couques vides (jusqu'à 25%), il est très cultivé. |
| | Joley | Plus récent (1979) , à fruits plus petits , mais plus vigoureux et productif . |
| | Peters | Employé comme sujet mâle pollinisateur dans les vergers. |
| Tunisie | Sfax | Petit fruit de qualité, arbre petit , mise a fruit prépose(3-4 ans) ,très peu exigeant en froid hivernal. |

Source Zuang et al, 1988.

1.5. Exigences pédoclimatiques de pistachier :

Le pistachier se contente d'une gamme assez large de sols, pourvu qu'ils soient bien drainants, cet arbre supporte des sols légèrement calcaires. Il possède également une tolérance a la salinité du sol , ainsi qu'à la sécheresse , il a besoin cependant d'une irrigation correcte pour produire convenablement .

1.5.1. Exigence climatiques :

Le pistachier (*Pistacia Vera L.*) se rencontre à l'état spontané dans une vaste aire géographique s'étendant sous climat tempéré chaud et subtropical.

Comme pour plusieurs espèce fruitière , le pistachier a besoin d'une période de basses températures pour la reprise de sa croissance active , cette exigence est particulièrement importante pour cet arbre puisque les bourgeons qui produiront les fruits l'année n+1 sont initiés durant l'été de l'année n , après que leurs besoin en froid a été satisfait , ils continuent à se développer au printemps suivant .

La quantité de froid nécessaire varie selon les cultivars et les régions, En générale, elle est comprise entre 200 et 1000 heures de froid inférieur à 7 °C . Le pistachier est un arbre résistant au froid, puisqu'il pourra supporter des températures de l'ordre de -17 à -30°C (**Woodroof,1979 ;Spina et Pennisi ,1957**). Cependant la floraison printanière peut être abimée avec des gels beaucoup plus modérés.

Le pistachier supporte sans défaillance les sécheresses les plus prolongés comme les plus fortes chaleurs qui sont même nécessaires pour la bonne maturation de ses fruits. il s'accommode d'une pluviométrie extrêmement réduites (200 mm en général par an) ; l'excès d'eau fait pourrir les racines (**Rebour ,1968**).

I.5.2. Exigences édaphiques :

Le pistachier fruitier est un arbre des régions semi-arides et arides. Bien qu'adapté à des nombreux types du sol, cette essence est réputée être gypso-calcicole préférant des sols relativement profonds et bien drainés (**Woodroof, 1979**). En générale, tous les sols où prospèrent l'olivier, l'amandier et la vigne conviennent parfaitement à la culture de pistachier (**Jascuy, 1972a**). Cet auteur signale qu'en terrain lourd, avec pluviométrie abondante ou en culture irriguée, il est préférable de choisir comme porte-greffe le pistachier d'atlas (*pistacia atlantica*) ou le pistachier térébinthe (*pistacia terebinthus*) qui résistent mieux à l'humidité.

Le pistachier est peu connu en Algérie où de vastes espaces en culture sèches ou irriguées pourraient lui être avantageusement consacrés. Grâce à sa résistance en stress salin (**Benmahioul et al, 2009**), le pistachier peut valoriser de nombreuses zones touchées par le problème de salinité.

I.5.3. Latitude :

Le 45° de latitude nord peut être considéré comme la limite septentrionale de la culture de pistachier en Europe et Asie.

I.5.4. Altitude :

Le pistachier peut être cultivé avec succès à des altitudes atteignant 100 m à 1500 m. La floraison devenant plus tardive avec l'altitude ne subit pas des dégâts de gelées printanières (**Hallage, 1927**).

I.6. Maladies et ravageurs du pistachier fruitier

I.6.1. Maladies fongiques :

Le pistachier est soumis à l'attaque de maladies diverses dues principalement à des champignons ces pathogènes, en infectant le feuillage, les pousses et les racines, provoquant des grands dégâts et entraînant l'affaiblissement de l'arbre. De plus, diverses maladies peuvent se développer sur les fleurs et les fruits, entraînant aussi une perte importante. Plusieurs espèces fongiques ont été identifiées chez le pistachier dont les principales sont : *Verticillium dahliae*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata*, *Botryosphaeria dothidea*, *Armillaria mellea*, *Nemato sporacoryli*, *Aspergillus niger* (**Michailides et al, 1995**).

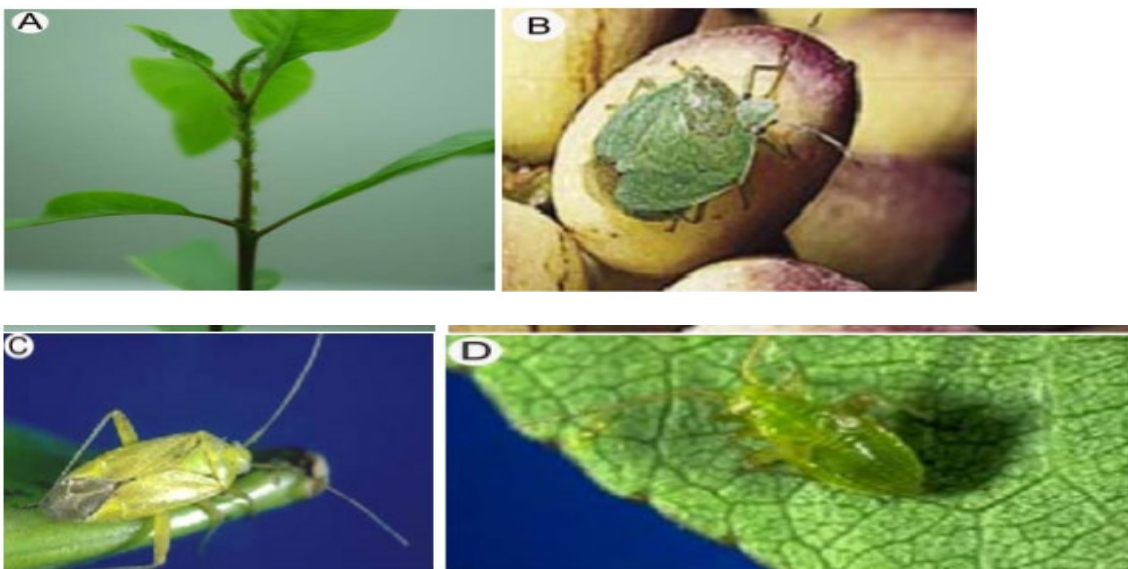
I.6.2. Insectes ravageurs :

Les insectes constituent certainement le groupe de prédateurs le plus nuisible pour la culture du pistachier qu'ils peuvent attaquer à différents stades de leur vie (larvaire ou adultes).

Parmi les insectes qui attaquent le pistachier, les pucerons tiennent une place prééminente, non seulement de fait des dégâts directs qu'ils occasionnent en prélèvent une quantité importante de sève mais ils transmettent certains agents pathogènes tel que les bactéries et les virus. L'une des espèces les plus dangereuses à ce titre est le puceron vert du pêcher que nous avons observé même chez les jeunes semis de *Pistacia Vera* .L.

Il existe d'autres ravageurs qui peuvent engendrer des graves dégâts au niveau des feuilles et des fruits tels que : *Acrosternum hilare* (punaise de pistachier), *Calocoris*, *agonoscena pistaciae* (psylle commun de pistachier), *Kermania pistaciella* (Kermès des rameaux du pistachier) (**Mehrnajad , 2001**).cet auteur observe d'autres insectes ravageurs et acariens phytophages dans les vergers de pistachier fruitier.

- Les pistachiers sont peu sensibles aux parasites si ce n'est quelques galles qui déforment les feuilles et sont parfois exploitées pour leur contenu thérapeutique.
- Les araignées rouges (acariens) provoquent des piqûres grisâtres sur le feuillage



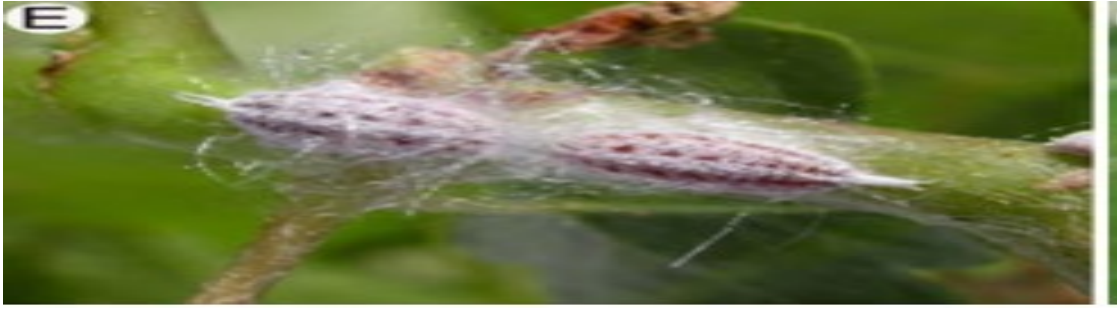


Figure N°9: quelques insectes ravageurs du pistachier vrai (*pistaciavera .L*) et leur dégats.

A)- pucerons verts ; **B)-**Acrosternum hilare ; **C-d)-**Calocoris (Hémiptères)

E)-Ferrisia gilli(photos source Haviland et al ,2006.

II. Plantation et soins culturaux

II.1. Préparation du terrain

Pour assurer à l'arbre une meilleure implantation de ses racines en profondeur. Un défoncement très profond d'au moins 60 cm est indispensable.

Avant la plantation, une incorporation d'une fumure de fonds est également essentielle.

Et comme pour toute plantation d'arbre fruitier il faut une terre propre et en particulier sans chiendent.

S'il y a du chiendent il faut d'abord le détruire avant de faire la plantation, même si celle-ci est retardée d'un an ou deux.

MIEUX VAUX PLANTER MOINS ; MAIS PLANTER BIEN.

Ensuite on prépare le sol par un labour de défoncement ou mieux par deux sous-solages croisés. Dans les sols sableux ces travaux ne sont pas nécessaires, on fera des trous de 1 mètre cube. (LA CULTURE DE PISTACHIER, septembre 1971).

II.2. La plantation

La plantation se fait en automne, autant que possible de bonne heure. Les jeunes plants utilisés sont généralement des scions de 02 ans. Comme la croissance de ces derniers est lente au début, leur hauteur, au moment de planter dépasse rarement 20 à 25 cm.

L'écartement donné entre les arbres est généralement de 6 mètres en tous sens. Ce qui fait 277 pieds à l'hectare (EVREINOFF, 1948).

Le nombre d'arbres que l'on plante sur un hectare n'est pas le même dans toutes les régions. Il varie avec la pluviométrie, l'irrigation, la nature du sol.

Tableau 4: la densité de plantation selon l'irrigation Source la culture de pistachier, septembre 1971.

| Pluie moyenne annuelle Tombant sur la région | Nombre d'arbres à planter Sur 1 hectare | Distance de plantation |
|---|--|------------------------|
| | | |

| | | | |
|-----------------------------|-----|-----|---------|
| Vergers non irrigués | | | |
| 200 à 300 mm | 50 | | |
| 300 à 400mm | 70 | 12m | sur 12m |
| 400 à 500mm | 100 | 10m | sur 10m |
| Plus de 500mm | 125 | 10m | sur 10m |
| Vergers irrigués | | | |
| Sol pauvre | 156 | 8m | sur 8m |
| Sol riche | 200 | 6m | sur 8m |
| Sol riche | 400 | 4m | sur 6m |
| Culture intensive | | | |

II.3. Soins culturaux

II.3.1. soins à la plantation et organisation du chantier

La plantation est une opération qui demande beaucoup de soins si l'on veut la réussir. Il faut suivre très soigneusement les conseils suivants :

- a) Creuser les trous de 1 mètre cube 2 mois avant la date de plantation.
- b) Remblayer les trous 1 mois avant la date de plantation.
- c) Prendre rendez-vous avec la pépinière 15 jours avant la date de plantation.
- d) Aller chercher les plants à la pépinière la veille de la date de plantation.
- e) Exiger des plants ayant des racines d'au moins 50 cm de long .
- f) Ne prendre que le nombre de pistachiers pouvant être plantés dans une journée.
- g) Exiger de la pépinière, qui doit les fournir, des sacs en matière plastique dans lesquels on met les pistachiers au fur et à mesure qu'ils sont arrachés, le sommet des sacs doit être bien attaché pour éviter le dessèchement des plants.
- h) Charger immédiatement ces sacs dans le véhicule de transport qui est arrêté à l'ombre.
- i) Faire le transport dans un véhicule bâché ou fermé (car les sacs doivent rester à l'ombre et à l'abri du vent).

- j) Dès que le véhicule arrive, décharger les sacs, les mettre à l'ombre, et commencer tout de suite la plantation en prenant les sacs un par un. ne sortir les plants qu'au fur et à mesure de la plantation.
- k) Ne pas trop enterrer l'arbre, mais le planter jusqu'à la limite de la racine (de couleur foncée).
- l) Tasser la terre au fur et à mesure du remplissage du trou.
- m) Arroser tout de suite (50 litre par trou).
- n) Faire un deuxième arrosage 10 jours après le premier (à nouveau 50 litre par trou).

En résumé il faut :

1 véhicule bâché ou fermé pour le transport.

1 tracteur avec citerne pour l'arrosage.

1 équipe qui plante.

1 équipe pour arroser.

- Et on plante dans la journée qui suit l'arrachage en pépinière, les sacs étant conservés à l'ombre, les racines sont bien protégées.
- Tous les échecs à la plantation sont dus au non observation d'un des conseils ci-dessus.
- Pour assurer une meilleure reprise et économiser les arrosages, tout en conservant une bonne humidité, il est conseillé de placer dans la cuvette de plantation un mètre carré de film de plastique perforé, de 4 cm de mm. (LA CULTURE DE PISTACHIER, septembre 1971).

✚ Préparation du sol

Défoncement

Sur 0,80m à 1m de profondeur durant la période estivale. Dans le cas des sols en pente > 12° on procède par ouverture de poteaux de 1m³.

Fumure de fond:

Avant le défoncement on apporte une fumure de fond de type 0-20-25 à raison de 3 à 4 Qx/Ha

Si cette fumure de fond est apportée au trou au moment de la plantation, il faut éviter le contact direct avec les racines.

Dose : 1,5Kg/trou.

II.3.2. La taille

Pour régulariser les récoltes, améliorer les productions et assurer le renouvellement du bois, le pistachier, comme tout arbre fruitier, doit être convenablement taillé. le pistachier fruitier

nécessite surtout une taille de formation et une taille d'entretien (suppression des branches sèches) ; La taille est généralement pratiquée pendant la période du repos végétatif de l'arbre, qui s'étend du **fin décembre** au **mi-février**.

Rabbater les pousses trop vigoureuses.

Enlever le bois mort et les branches mal placées, en hiver : mastiquer les plaies de taille.

Maintenir une forme en boule, buissonnante (LA CULTURE DE PISTACHIER, septembre 1971).

II.3.3. Irrigation

La culture du pistachier est généralement réservée aux zones sèches. Cependant comme pour l'amandier et l'olivier, l'irrigation augmente les rendements.

Même pour la culture en sec il faut arroser le verger pendant la première année et si possible aussi pendant la deuxième.

Pour les vergers irrigués les arrosages se feront 1 à 2 fois par mois de mars à aout. Il faut cependant ne pas oublier que les racines du pistachier n'aiment pas les excès d'eau, surtout dans les sols un peu lourds.

1^{re} année :

Un arrosage tous les 10 à 15 jours depuis la plantation jusqu'à fin juillet, Un arrosage par mois, d'aout à fin octobre.

2^{ème} année :

Un arrosage par mois, de mars à juillet, soit 5 dans l'année (LA CULTURE DE PISTACHIER, septembre 1971).

II.3.4. Fumure d'entretien

Dans les plantations américaines et européennes, c'est l'engrais azoté qui donne meilleurs résultats (EVREINOFF, 1948).

En culture sèche, sous faible pluviométrie, les pistachiers ne sont généralement pas fumés.

Verger irrigués ou région où il pleut au moins 50 mm de pluie par an

A la plantation : - 10 à 20 kg de fumier/ arbre.

- 10 kg de super 16 ou 3.6 kg de super 45 et 3.5 kg de chlorure de potasse.

- deuxième et troisième année : - 0.450 à 0.750 kg d'ammonitre 33/arbre en mars.

-0.450 à 0.750 kg d'ammonitre 33/arbre en mai.

- **Jeunes arbres années suivantes,** -30 à50 kg de fumier /arbre.

Tous les ans : - 1,5 kg d'ammonitre 33/arbre en mars.

-1.5 kg d'ammonitre 33/arbre en mai.

- **Arbre en plein production**

Tous les ans :

- 50à 100 kg de fumier/ arbre.

- 3 à 6 kg supers 16 ou 1 à 2 kg de super 45/arbre.

-1 à 2kg de sulfate de potasse/ arbre.

-1.5 à 3 kg d'ammonitre 33/arbre en mars.

-1.5 à3 kg d'ammonitre33/arbre en mai.

II.3.4. Récolte et rendement

➤ Récolte

On peut récolter de deux manières :

- a) Faire 2 ou 3 passages pour récolter les fruits au fur et à mesure de leur maturité. Ils se détachent de la grappe très facilement et tombent sur une bâche ou on les recueille.
- b) Attendre unpeu plus longtemps pour que tous les fruits soient murs et on récolte en une seule fois.

Immédiatement après la récolte la peau des fruits s'enlève facilement. Il faut les éplucher tout de suite. Un ouvrier peut éplucher de 20 à 30 kilos de fruit frais par jour.

Les fruits épluchés sont étalés en couche de quelques centimètres d'épaisseur pour être sécher au soleil. On remue cette couche deux fois par jour.

Quand les pistaches sont bien sèches on les conserve en sac ou en caisse, dans un endroit très sec et bien abrité.

Les pistaches ne mûrissent pas toutes en même temps sur la grappe.

La récolte peut se faire selon deux façons:

- Faire 2 à 3 passages pour récolter les fruits au fur et à mesure de leur maturité. Les fruits mûrs se détachent facilement de la grappe.

- Les grappes sont cueillies et étendues sur le sol. Les fruits mûrs se détachent d'eux même tandis que les fruits vides restent attachés à la grappe. (**Source Itafv de Tessala EL Merdja-Birtouta**).

➤ **Rendements :**

Comme l'olivier, le pistachier est un arbre qui saisonne et donne une bonne récolte tous les 2 ans. En culture irriguée le rendement est moins fort. Un kilo de fruits fraîchement cueillis donne de 400 à 450 grammes de fruits secs en coque.

Les vergers de pistachier commencent à produire vers l'âge de :

- 6 à 8 ans en culture irriguée.

- 8 à 10 ans en culture sèche.

On peut planter le pistachier dans toutes les zones à olivier et à amandier. Le rendement sera proportionnel à la qualité du terrain, à la pluviométrie, aux soins culturaux. Naturellement les fumures ne peuvent que faire augmenter les rendements.

(LA CULTURE DE PISTACHIER, septembre 1971).

III. Pollinisation et fécondation

III.1. La pollinisation

Le pistachier est une espèce dioïque, pour que ce dernier fructifie (fruits pleins), il est indispensable que ses fleurs aient été fécondées par le pollen provenant du Pistachier mâle. L'agent pollinisateur est uniquement le vent (Pollinisation anémophile). Les abeilles ne jouent aucun rôle dans la pollinisation. (Les fleurs femelles sont dépourvues de nectar). (ZUANG et al, 1988).

D'après KHELIL et KELLAL (1980), pour assurer la pollinisation, l'optimum peut être atteint pour la proportion d'un arbre mâle pour huit à dix arbres femelles, EVREINOFF (1948) recommande, quant à lui, la proportion d'un arbre mâle pour six femelles, alors que BONIFACIO (1961) cités par KHELIL et KELLAL (1980) préconise des plantations avec deux rangées d'arbres femelles pour un arbre mâle, avec une proportion d'un huitième.

Selon BOUTBOUL(1986), en Tunisie, ce problème a été résolu par la sélection de deux clones mâles (25A et 40A) dont la pollinisation encadre celle de la principale variété cultivée dans ce pays «MATEUR ».

Tableau 5:Emplacement des arbres mâles et femelles dans le verger de pistachier.

X : Mâle,* : Femelle.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| X | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| * | * | * | * | * | X | * | * | * | * |
| * | * | * | * | * | * | * | X | * | * |
| * | * | X | * | * | * | * | * | * | * |
| * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| * | * | * | * | X | * | * | * | * | X |

III.2. La fécondation

L'époque de fécondation est déterminée par la couleur des anthères femelles qui : à leur épanouissement, sont verdâtre, puis blanc-rougeâtre pendant 2 jours et enfin grisâtre. La fécondation n'est réalisable qu'au stade blanc-rougeâtre.

Selon **MLIKA (1987)**, après 4 heures de la pollinisation, la majorité des grains de pollen déposés sur le stigmate de fleurs germent et leurs tubes polliniques commencent à s'insinuer dans le tissu du stigmate. Cependant, un nombre très réduit de ces tubes polliniques germés parviennent à atteindre l'ovule. (1 à 5). Ce même auteur signale que la durée du trajet parcouru par le tube pollinique pour parvenir à l'ovule est très courte, elle est de 24 à 36 heures. La fécondation a lieu dans les 48 heures qui suivent la pollinisation.

Pour l'amandier, cette durée dépend des conditions de température. En effet, les basses températures ont une incidence négative sur la vitesse de croissance des tubes polliniques.

Quant à l'influence des conditions climatiques sur la fécondation chez le pistachier, **EVREINOFF (1948)** signale que, le froid, le brouillard et les pluies entravent fortement le déroulement de cette dernière.

Le pollen des fleurs mâles est transporté par le vent sur les fleurs femelles. Mais toutes les fleurs femelles peuvent ne pas recevoir de pollen.

Aussi la fécondation artificielle permet- elle d'augmenter les rendements, les arbres mâles donnent beaucoup de pollen et celui-ci, quand on le récolte et quand on le conserve dans un endroit sec, reste vivant plusieurs jours et garde son pouvoir fécondant.

On peut pratiquer la fécondation artificielle de plusieurs façons :

1^{re} méthode :

-attacher des petits sacs de toile (comme celle du tamis à couscous), remplis de fleurs mâles, aux branches des arbres femelles, ne pas trop tasser les fleurs.

2^{me} méthode :

-Récolter les fleurs mâles, les faire sécher, les écraser et les passer dans un tamis à couscous. Recueillir la poudre constituée de pollen et d'étamines, puis :

* mettre cette poudre dans des petits sacs de toile fine attachés au bout d'un roseau et les secouer au-dessus des fleurs femelles (méthode sfaxienne).

*ou bien mettre cette poudre dans une petite poudreuse et la pulvériser sur les fleurs femelles.

Ce poudrage doit se faire quand il n'y a pas de vent, tôt le matin, vers 6 à 7 heures .il faut poudrer 2 à 3 fois en laissant 3 ou 4jours entre chaque poudrage.

- Les fleurs qui ne sont pas fécondées donneront quand-même des fruits, mais ils seront vides et resteront attachés à la grappe (**LA CULTURE DE PISTACHIER, septembre 1971**).

III.3. Les stades phénologiques du pistachier fruitier

Les principaux stades de développement du pistachier sont:

III.3.1. Le débourrement

Après la levée de dormance, le débourrement des bourgeons floraux est le Premier stade qui annonce le début du cycle végétatif. Ce stade se manifeste généralement. Chez les individus mâles avant les individus femelles, **ANONYME (1985),MLIKA (1987)**. Selon **OUKABLI (1995)**, le débourrement correspond aux stades gonflement et des bourgeons floraux,

Stade 1 : Gonflement des bourgeons : Le stade se manifeste par une augmentation du volume des bourgeons (gonflement). Ce phénomène s'explique par la formation de nouvelles cellules liées à l'activité cambiale.

Stade 2 : Eclatement des bourgeons : Ce stade correspond à l'ouverture et l'écartement des écailles protectrices des inflorescences.

III.3.2. Elongation des pousses

Les yeux à bois sont très différents des yeux à fleurs (donc peu apparents). Allongé et de forme conique, alors que les bourgeons floraux sont de forme arrondie et bien développés dès leur apparition. Le départ des yeux à bois a lieu en avril, après la floraison. L'allongement de ce dernier donne une pousse de 20 à 30 cm avec parfois quelques ramifications (**BOUTBOUL, 1986**). La jeune pousse qui en émerge a d'abord une croissance lente, puis, celle-ci s'accélère peu à peu et devient très forte en Mai, pur ralentir ensuite et s'arrêter au début du mois de Juin (**ANONYME, 1985**).La croissance des yeux à bois est plus rapide, lorsque ces derniers sont dans un espace libre et éclairé.

III.3.3. La feuillaison

Chez les individus femelles, la feuillaison se déroule au même temps que la floraison par contre chez la plupart des clones mâles, le débourrement des bourgeons végétatifs se fait bien après la floraison (**ANONYME, 1985**).

III.3.4. La floraison

Le Pistachier est une espèce dioïque, les sexes sont impossible à distinguer avant la première floraison, Cette dernière est relativement tardive par rapport aux autres espèces fruitières, elle est de 6 à 8 ans suivant les cultivars et les conditions de culture (ANONYME, 1985).

A. Floraison mâle

Les principaux stades sont l'inflorescence groupée. Les fleurs sont regroupées, insérées les unes aux autres formant ainsi un massif compact de couleur rougeâtre et de forme conique.

- ❖ **Pré-déhiscence des inflorescences** : A ce stade, les inflorescences ont une teinte vive, elles sont allongées et les fleurs sont moins compactes.
- ❖ **Déhiscence des inflorescences** : Au stade de déhiscence, les étamines atteignent leurs tailles maximales, le pollen tombe à la moindre secousse du rameau. A ce stade, les inflorescences présentent une teinte jaunâtre indiquant la disponibilité du pollen.
- ❖ **Fanage des inflorescences** : Après la libération du pollen, les inflorescences noircissent et se dessèchent puis elles tombent.

B. Floraison femelle

Les différents stades sont :

- ❖ **Fleurs non apparentes** : Les inflorescences sont compactes et de formes cylindriques. A ce stade les fleurs sont invisibles (le stigmate n'est pas apparent) car elles sont entièrement recouvertes d'écailles.
- ❖ **Débat d'apparition des fleurs** : L'écartement des écailles laisse apparaître partiellement des petites fleurs de 3 à 4 mm de long. A ce stade le stigmate devient apparent.
- ❖ **Allongement des inflorescences** : A ce stade, la couleur des fleurs devient rose clair. Ce qui caractérise la réceptivité des fleurs femelles (c'est le stade où le stigmate est susceptible d'être réceptif). La durée de cette réceptivité est de 8 jours pour la majorité des individus étudiés
- ❖ **Fleurs fécondées** : Le stigmate n'est plus susceptible de recevoir le pollen, car le fruit est en cours de formation (ITAFV Tighenif MASCARA).

III.4. Croissance du fruit après fécondation

La croissance des fruits de Pistachier, révèle 03 phases distinctes : deux cycles de croissance rapide, séparés par un cycle de croissance très lent (ANONYME, 1985), on y distingue :

- ❖ **Première phase** : C'est une phase de croissance rapide du péricarpe, qui va de la fécondation (début avril) jusqu'à mi-mai au cours de laquelle le péricarpe atteint presque le maximum de sa taille et de son poids frais. Ce qui représente aussi environ 50 % du poids frais total du fruit.
- ❖ **Deuxième phase** : Elle va de mi-mai jusqu'à la fin juillet. Au début, c'est une période de croissance très lente où l'augmentation des dimensions du péricarpe est insignifiante. Un mois après le début de cette phase le développement de l'embryon devient visible macroscopiquement, l'amande commence sa croissance par l'accumulation rapide des sucres puis leur conversion en matières grasses à partir du début juillet. L'amande atteint sa taille finale à la fin de cette phase. Le durcissement de l'endocarpe se produit aussi au cours de cette phase.
- ❖ **Troisième phase** : Elle dure environ 1 mois à 1 mois et demi (fin juillet, début septembre). Et correspond à l'augmentation du poids frais totale par suite de grossissement de l'amande. De ce fait, il y a une légère augmentation du péricarpe et déhiscence de l'endocarpe. La conversion des sucres en matières grasses se termine à la fin de cette phase.

Tableau 6 : Cycle biologique du pistachier vrai en Syrie (source: ACSAD, 1998).

| Etapas biologique | Périodes | |
|--|-----------------|--------------------|
| | Individus males | Individus femelles |
| Gonflement des bourgeons florifères | 26/02 au 23/03 | 26/02 au 23/03 |
| Floraison | 25/03 au 14/04 | 30/03 au 19/04 |
| Apparition des feuilles | 03/04 au 16/05 | 30/03 au 19/04 |
| Fanage des fleurs | 10/04 au 03/05 | |
| Croissance de l'ovaire | | 10/04 au 03/05 |
| Chute des fleurs | 20/04 au 17/05 | |
| Elongation des feuilles | 25/04 au 31/05 | 30/04 au 31/05 |
| Maturation du fruit demi volume | | 12/05 au 14/06 |
| Début de la maturité de l'amande | | 10/06 au 28/06 |
| Coloration des fruits | | 03/07 au 02/08 |
| Coloration des bourgeons | 27/07 au 11/09 | 16/08 |
| Coloration des feuilles | 26/08 au 08/10 | 27/07 au 30/07 |
| Maturation des fruits | | 06/08 au 27/09 |
| Fructification | | 26/08 au 11/10 |
| Chute de feuilles | 15/09 au 25/10 | 06/08 au 27/09 |
| Cycle biologique | 202 à 231 jours | 184 à 202 jours |



Figure 10 : Les différents stades phénologiques de pistachier vrai (Boualem Sid -Ahmed2015).

IV. La multiplication et germination du pistachier

IV.1. La multiplication

Diverses techniques de multiplication sont mises en œuvre, tels que le semis suivi du greffage et la culture in vitro (ALETA, , 1997).

IV.1.1. la multiplication par semis

La multiplication par semis peut naturellement être utilisée mais pour tous les arbres fruitiers sélectionnées, il est très rare e trouver, par cette méthode, des arbres possèdent toutes les qualités du pied mère. Le résultat obtenu par semis présente des qualités inférieures à ceux des plantes mère. Le semis est assez délicat demande beaucoup de soins. Il peut être réalisé soit directement en place soit en pépinière. (1996, p. cheibani)Et (KAFKAS, 2001).

IV.1.2. la multiplication par greffage

Le pistachier est une plante dioïque. Les fleurs mâles et femelles sont portées sur deux arbres différents. Ainsi la multiplication par semis présente un inconvénient du fait de l'ignorance des sexes des arbres a l'avance. A cet effet, le greffage du pistachier reste indispensable.

IV.1.2. 1. But de greffage

- ❖ Permettre de raccourcir la période juvénile de l'arbre, pour que celui-ci entre en production dans un temps court de 05 années au lieu de 08 ans.
- ❖ donner la formation économique au verger en respectant la production de pieds males et de pieds femelles.
- ❖ permettre d'avoir des porte-greffes résistants aux différents stress alcalin, salin et hydrique en ayant des greffons de grande production avec de grande valeur économique.

IV.1.2.2. Epoque de greffage

Pour le pistachier la meilleure méthode de greffage c'est le greffage en écusson :

- ❖ La greffe en écusson à œil poussant, à la mi-juin
- ❖ La greffe en écusson à œil dormant, à la mi-juin

Le greffage en écusson à œil dormant est réalisé pour pallier aux échecs du greffage à œil poussant.

IV.1.2.3. Utilités et défauts du greffage :

- Conservation des caractères spécifiques ou variétaux ;
 - Fixation des anomalies et des mutations souvent intéressantes ;
 - Transformation rapide d'un arbre donnant des produits inférieurs en le surgreffant à une variété fruitière de choix ;
 - Adaptation d'une essence à un terrain où elle ne peut se développer naturellement (sols ingrats, climat défavorable) ;
 - Fructification précoce et abondante ;
 - Reconstruction des individus à système racinaire déficient par un autre résistant ;
 - Rajeunissement des arbres âgés par greffage successifs ou greffage en cascade ;
- L'inconvénient majeur reste la diminution de la Longévité (vieillesse précoce) des arbres greffés par rapport aux francs de pied (**Champagnat., 1980**); (**Nicholas et Roche-Hamon.,1987**); (**Bretonneau et Faure., 1992**). En plus d'être des techniques délicates à exécuter, il faut toujours respecter la compatibilité entre sujet et greffon (**Anonyme, 1993**).

➤ En écusson



FigureN° 11: un greffage en écusson

➤ La greffe en (chip budding)

Pour le pistachier vrai cette technique donne des résultats supérieurs au greffage en écusson (**Aleta et al, 1997**).

Mai-Juin, soit avec du greffon de l'hiver en état de repos végétatif (semble avoir une meilleure reprise), soit avec du greffon frais.

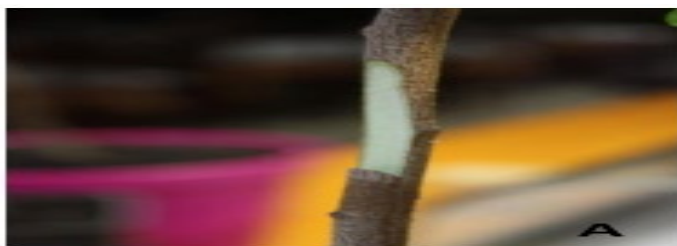


Figure N°12: la greffe en chip budding

➤ **La greffe en fente :**

Réalisable en fin mars, début avril. Très faible taux de reprise (de l'ordre de 10%), Cette méthode est utilisée en Iran pour propager le pistachier vrai, mais elle est compliquée et exige beaucoup de temps et de matériel de greffage (Larue., 1960).



Figure N° 13: la greffe en fente de *pistavia vera* (site web 7)

➤ **La greffe en Couronne :**

Au moment de la floraison. Utiliser des greffons à deux yeux. Mastiquer. Ensacher le tout pour protéger du soleil, sachet qui sera retiré dès le début du débourrement du greffon. Faible taux de reprise.

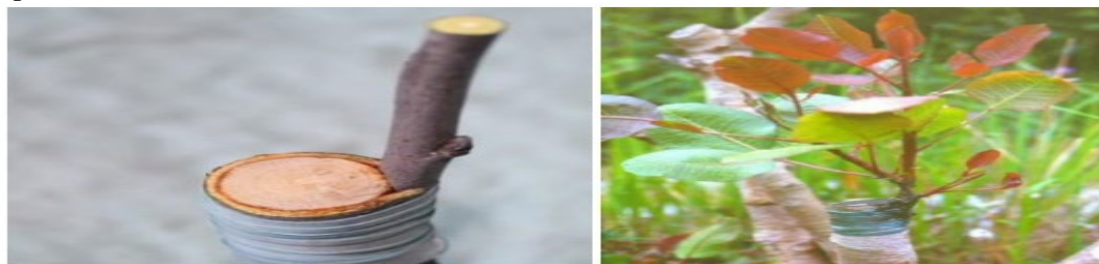


Figure N°14: greffe en couronne ou greffe a l'anglaise au galop à un greffon de *pistacia vera* (site web 7).

➤ **La greffe en sifflet :**

C'est aussi une technique pratiquée en Iran réalisée en Mai, parfois juillet-août, et ne laisse pas de trace.



Figure N°15: greffe en sifflet/flute de *pistacia Vera* (site web 7)

➤ **La greffe en Placage/approche :**

Mi-juillet, au moment de la lignification



Figure N° 16: la greffe en placage de *pistacia vera*(site web7).

➤ **La greffe en anglaise compliquée :**

Je recommande de supprimer l'éventuel bourgeon apical, et de mastiquer l'extrémité du greffon.



Figure N° 17: greffe anglaise compliquée de *pistacia Vera* (site web 7).

Condition de greffage :

Le greffage en écusson est le plus utilisé, pour la réussite de celui-ci, on doit respecter certaines conditions :

- Arroser abondamment quelques jours avant le greffage.
- Utilisé des bourgeons a bois qui sont en générale plus petit que les bourgeons à fruits.
- Utilisé une glacière pour le transport des greffons, pour éviter les changements de température et le dessèchement des greffons, la période de conservation des greffons ne doit jamais excédée les 48 heures

- Ecimer les plants.
- Réaliser le greffage très tôt le matin ou tardivement le soir, pour éviter les températures estivales.
- Réaliser le greffage sur les pouces de l'année pour assurer une bonne reprise.

Matériels nécessaires pour greffer en écusson



Couteau greffoire



sécateur



raphia

✓ Production de porte-greffe par semis :

Un porte greffe issu de semis sera greffable au bout de 2 à 3 ans.

On choisit impérativement de graines de la dernière récolte. Ces dernières, aussitôt récoltées, doivent être débarrassées de leur mésocarpe (pour faciliter l'opération, on peut tremper préalablement les drupes) .on met à sécher, et on conditionne les semences dans des sachets.



Figure N°18 : les semences de pistachiers conditionnés dans un sachet.

La culture de porte-greffe issu de semis devra se faire obligatoirement :

- ✓ Soit en plein champ à son emplacement définitif : dans cecas-là on sèmera en place les graines germées. Avantage : le pivot du porte-greffe non détérioré permettra un très bon enracinement.

Inconvénient : vu les échecs de greffage, il est difficile de pouvoir s'assurer de la réussite (mais en sera toujours à temps pour reprendre un porte-greffe échoué l'année suivante).

- ✓ Soit en pot : en effet les pistacia ne supportent quasiment pas la transplantation en racine nue. Les plants en pot qui auront un greffage réussi seront ensuite transplantés en pleine-terre, avec leur motte.

Pour la culture en pot, deux possibilités :

- ✓ Soit en sème directement la graine germée : le pivot se développe très vite .il faudra un pot profond, avec des risque de chignognage malgré tout.
- ✓ Soit on effectue un traitement de la graine à l'issue de la vernalisation préalablement à son repiquage en pot. Cela doit se faire au début de la germination, au moment où la radicule fait 1 à 3 cm de long. On pince l'extrémité de la radicule (maximum demi-centimètre) en vue de le sélectionner. Cela empêchera le pivot de se former et entrainera rapidement la formation d'un système racinaire secondaire. Il est important d'opérer à ce stade de développement, ce qui nécessite un suivi très soigneux de la levée des semis, tous les deux jours environ, car la racine pivotante se forme très vite.

Dans les deux cas, et particulièrement le premier, il faudra surélever les pots, de façon à ce que les racines ne prolongent pas dans le sol via les trous de drainage.

Le repiquage post-vernalisation doit se faire très rapidement, la sensibilité à la déshydratation est grande.

La graine est recouverte de 3 cm de terre et aussitôt arrosée. Il faudra veiller ni à inonder les semis, ni à les laisser dessécher. A ce stade, il faut, pour donner un ordre d'idée, arroser une fois par semaine, jusqu'à ce que la tige sorte de la terre (**ITAFV MASCARA**).

➤ **Production des porte-greffes par marcottage :**

Sur un sujet relativement âgé de plein champ, le rabattre.

La mise de racines sur les rejets est très long, généralement 3 ans, sans compter les risques de non reprise à la transplantation.

- Conservation des greffons en repos végétatif

En pépinière il faut avoir soin d'arrêter les irrigations plusieurs semaines avant le greffage en Syrie la reprise est estimée à 20 % en pépinière irriguée et à 95 % en pépinière non irriguée.

Les opérations de desserrement du raphia sont délicates car la soudure est très cassante.

- Si un bourgeon démarre sur l'onglet il est utile de le conserver, tout en modérant sa vigueur, pour éviter le dessèchement.

- Deux semaines après le greffage les yeux non repris sont visibles et il est possible de récussonner immédiatement.

-Les greffes doivent démarrer au bout d'un mois. L'année suivante le greffage à œil poussant, l'onglet peut être supprimé, tandis que dans le cas des greffes à œil dormant, cette suppression n'a lieu qu'au printemps de la deuxième année qui suit le greffage. Les coupes doivent toujours être soigneusement mastiquées, le bois du pistachier se desséchant facilement (**ITAFV MASCARA**).

IV.1.3. Multiplication par bouturage :

Le bouturage est une technique de multiplication traditionnelle, utilisée en horticulture. Il consiste à prélever des portions de rameaux de l'arbre-mère et leurs permettre de former un bourrelet cicatriciel afin d'émettre des racines.

Le bouturage permet de reproduire d'une manière conforme les individus sélectionnés lors de l'étape de l'amélioration (**boudru, 1992**).

Le bouturage de pistachier est très difficile à réaliser, la plupart des travaux du bouturage n'ont pas donné de bons résultats (**djerah, 1991**).

Bien que des essais n'aient été effectués que les principales

essences de plantations, il est probable que la plupart des espèces feuillues se bouturent à l'état juvénile.

L'oxydation rapide de la sève très résineuse, à l'air est une contrainte qui rend le bouturage du Batoum presque irréalisable, elle peut même être la raison de la mort cellulaire des tissus intérieurs encoure vivant.

De plus, le bouturage peut être possible par l'action des substances hormonales

Produites au niveau du bourgeon, qui facilitent l'émission des racines qui décroît avec l'âge d'une manière variable suivant les espèces, dont l'auxine est la principale hormone

L'auxine a depuis longtemps débouché dans le domaine pratique où les hormones de bouturage sont d'usage courant.

➤ En effet, il existe deux méthodes de bouturage :

Le bouturage à sec :

Avec des rameaux qui possèdent des bourgeons en repos végétatif et qui ont perdu leurs feuilles à l'automne, il a lieu à la fin de l'hiver. La base des rameaux est taillée en biseau et enfoncée dans un sol frais et aéré (**Anonyme, p. 1993**).

Le bouturage en vert :

À l'aide des rameaux feuilles, ligneux ou herbacés dont on supprime les feuilles inférieures pour limiter l'évapotranspiration.

IV.1.4. la multiplication in vitro :

L'extension de la culture du pistachier et son amélioration est tributaire de la mise au point de techniques fiables de multiplication. La technique de culture in vitro a toujours été un outil de prédilection pour la production en masse de plusieurs espèces fruitières et ligneuses (**BELKROUF AMINA 2016**).

Chez le pistachier, et malgré les progrès accomplis dans ce domaine, la culture in vitro se heurte à plusieurs problèmes liés au choix de l'explant, à l'initiation aseptique, à la nécrose des bourgeons apicaux, à la régression des potentialités en subculture, et surtout à l'enracinement et à l'acclimation des vitro plants (p. **BELKROUF AMINA 2016**).

IV.2. la germination des graines**IV.2.1. Concept et processus de la germination**

La germination est un stade physiologique qui correspond à la transition de la phase de vie latente de la graine sèche à la phase du développement de la plantule. Elle commence dès que la gaine sèche est hydratée (**Anzala, 2006**).

Plusieurs auteurs adoptent la conception de (**Bewley**) et (**Black, 1994**) qui définit la germination d'une graine comme étant la somme des événements qui commencent avec l'imbibition et se termine par l'émergence d'une partie de l'embryon, généralement la radicule, à travers les tissus qui l'entourent.

(**Nivot, 2005**) Rapporte que l'eau est d'abord absorbée par les ouvertures naturelles de la gaine, puis diffusée à travers ses tissus. Les cellules devenues turgescents, la graine grossit alors en volume et devient davantage perméable à l'oxygène et au dioxyde de carbone. A la suite de

'hydratation, sous l'effet de la dilatation de la graine, les téguments s'ouvrent, et l'embryon subit des changements métaboliques qui réamorcent sa croissance.

Des enzymes commencent à dégrader les réserves contenues dans l'albumen ou dans les cotylédons, et les nutriments parviennent aux régions en croissance de l'embryon **(Delgado) (al, 1994)**. La synthèse de nouvelles molécules donne lieu à une augmentation en taille de l'embryon jusqu'à ce que ce dernier émerge de la graine **(Bray)et (al, 2000)**. Le premier organe à émerger de la graine est généralement la radicule qui consiste la racine embryonnaire **(Gimeno-Gilles, 2009)**. S'ensuit l'émergence de l'épicotyle et des cotylédons, qui consistent la partie aérienne de la plantule **(Nivote, 2005)**.

Mais pour mieux comprendre le processus de la germination, il est préférable d'élucider la constitution de son site de déroulement, la graine.

Le pourcentage de germination des graines du pistachier vera atteint dans quelques essais est de 20% **(Riedacker, 1993)** et ce puisque la plus part des graines sont vides **(Ait-radi, 1997)** , le taux de germination a atteint 87% dans la réserve naturelle de Magrueb à M'sila.

IV.2.2.Caractéristiques de la graine :

La graine est un organe de réserves, qui permet la pérennité de l'espèce par multiplication et franchissement des saisons défavorables **(Anazala, 2006)**. Elle est constituée, de l'intérieur vers l'extérieur, de l'embryon, l'albumen et les téguments qui sont des tissus d'origines différentes **(Nivot, 2005)**.

L'embryon et l'albumen sont issus de la fécondation ,L'embryon, représentant l'élément principal de la graine, est formé d'une radicule, d'un ou plusieurs cotylédons, selon qu'il s'agit des monocotylédones, dicotylédones ou gymnospermes, d'un épicotyle, d'une plumule et enfin d'une hypocotyle qui relie les parties aériennes aux parties souterraines de la future plante **(Nivot, 2005)**.

L'albumen constitue, chez les plantes à graines albuminées, la zone de stockage des réserves nécessaires au développement de la plantule avant l'acquisition de l'autotrophie ; mais pour celles à graines ex albuminées telle que la fève, ce sont les cotylédons de l'embryon qui assument ce rôle **(Anzala, 2006)**.

A la périphérie de la graine, on retrouve les téguments, enveloppes protectrices plus ou moins résistantes **(Young)et (Young, 1986)**, qui dérivent des tissus de l'ovaire entourant le sac embryonnaire **(Nivot, 2005)**.

Les téguments renferment des macrosclérides, épaissements ligneux responsables de la résistance physique, et des anthocyanines qui colorent la graine (**Gimeno-Gilles, 2009**).

La graine est l'organe permanent de la semence, elle représente l'étape finale de l'évolution de l'ovule fécondée. Ainsi, elle a les caractéristiques des Angiospermes et des Gymnospermes, et est constituée de :

- ✚ **L'embryon** : Il représente la structure essentielle de la graine qui différencie par une radicule, une gemmule et un ou deux cotylédons.
- ✚ **L'albumen** : c'est un tissu spécifique des Angiospermes qui se charge des substances de réserve. L'ensemble des parties enfermées dans les téguments de la graine (embryon et albumen) constitue l'amande.
- ✚ **Les téguments de la graine** : le tégument unique où les deux téguments ovulaires se transforment en téguments de la graine, cette transformation se caractérise principalement par une sclérisation des parois cellulaires de ses téguments, l'enveloppe externe est généralement indurée; le testa restant mince et réduit à une fine pellicule (**ITAFV MASCARA**).
- Ouverture de la suture observée au moment de la récolte

| | | |
|---|---------|---------|
| 3 | Etroite | Uzun |
| 5 | Modérée | Ashoury |
| 7 | larges | Ohari |



Figure N° 19: ouverture de la suture.(source DSA Saida)

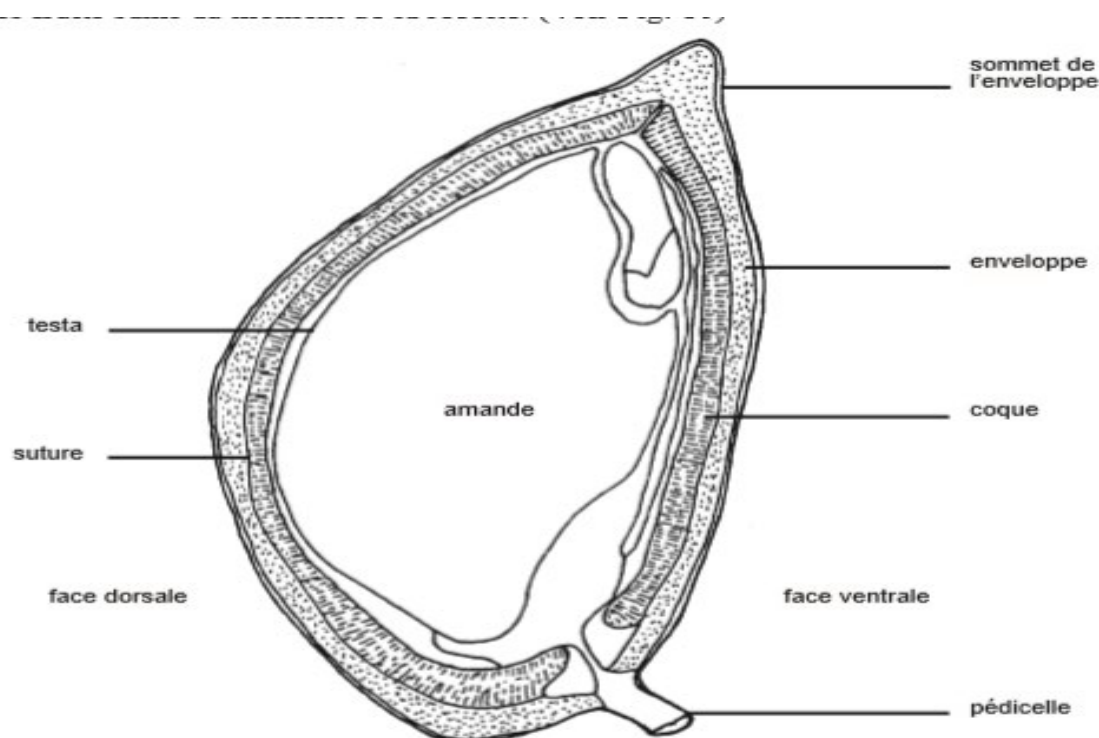


Figure N° 20: coupe longitudinale d'un fruit de *pistacia Vera*. (source DSA Saida)

IV.2.3. Physiologie et biochimie de la germination

D'après, (Hopinks, 2003) et (Heller et al, 2004), la cinétique de prise d'eau permet de caractériser la germination en trois phases :

IV.2.3.1. Phase d'imbibition :

C'est une étape rapide et réversible ; caractérisée par une entrée massive et passive d'eau ; elle se déroule même si la graine n'est pas viable (Anzala, 2006). Cette entrée d'eau, servant à hydrater les tissus, est accompagnée d'une augmentation de la consommation d'oxygène attribuée à l'activation des enzymes mitochondriales (Chaussat, 1999). Les structures et les enzymes nécessaires à cette reprise d'activité sont supposé avoir résisté à la déshydratation et être présentes dans les graines sèches (Bewley, 1997).

IV.2.3.2. Phase de germination stricto sensu :

Caractérisée par une stabilité de la prise d'eau et de l'oxygène (Heller et al, 2004). L'hydratation des tissus et des enzymes est totale ; l'activité respiratoire est ralentie. C'est à ce stade que se préparent les événements métaboliques associés à l'allongement de la radicule qui émerge du tégument (Gimeno-Gilles, 2009). Cette émergence, rendue possible grâce à l'élongation des

cellules (**Bewley, 1997**), coïncide avec la fin de la deuxième étape et la perte de la tolérance à la dessiccation (**Heller et al, 2004**).

D'après (**Anzala, 2006**), l'eau entrée rend mobiles et active les phytohormones hydrosolubles en stock dans la graine telles que les gibbérellines qui sont véhiculées vers la couche à aleurones où elles vont activer la synthèse d'hydrolases, \pm -amylases, nucléases et protéinases, nécessaires à la dégradation des réserves, à la division et l'élongation cellulaire.

- **Les \pm -amylases :**

Hydrolysent l'amidon stocké dans l'albumen et libèrent des molécules de glucose, substrat du métabolisme respiratoire.

- **Les nucléases :**

Permettent la libération d'acides nucléiques impliqués dans la formation des cytokinines, hormones qui stimulent la division cellulaire.

- **Les protéases :**

Lysent les réserves protéiques qui favorisent la formation de phytohormones telles que l'auxine responsable de l'élongation des cellules.

IV.2.3.3. Phase de post-germination

Distinguée par une reprise de l'absorption d'eau et une élévation de la consommation d'oxygène, dues probablement à l'activité des enzymes néo synthétisées (**Anzala, 2006**). Certains auteurs ne considèrent pas cette phase comme faisant partie de la germination au sens strict (**Hopinks, 2003**).

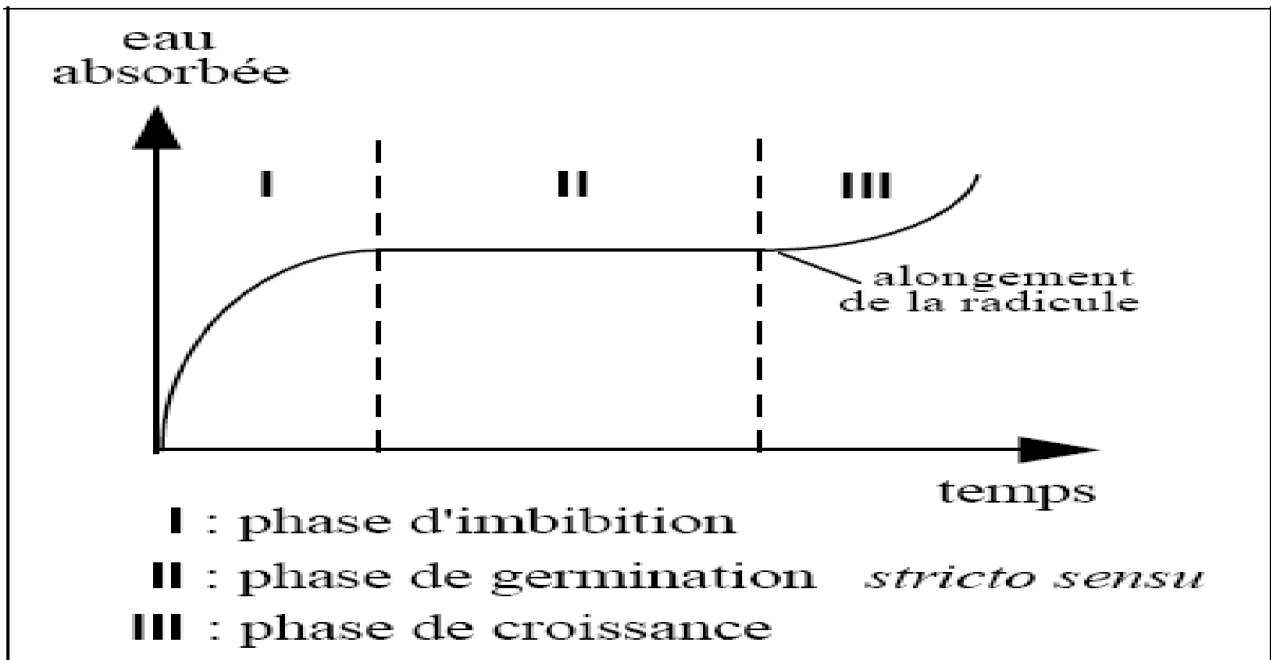


Figure N°19: les étapes de la germination d'une graine d'après (Mayer et al ; 2004) .

Jusqu'à la fin de la phase de germination *stricto sensu*, la semence peut être déshydratée sans être tuée, mais lorsque la radicule a commencé sa croissance, la déshydratation est fatale.

IV .2.4. Facteurs affectant la germination et la vigueur des graines :

La germination et la vigueur des graines sont influencées par une gamme de facteurs environnementaux tels que l'humidité, la température, la lumière, les échanges gazeux et la disponibilité des nutriments et ainsi que l'âge et la taille des graines (Breakford, 1995).

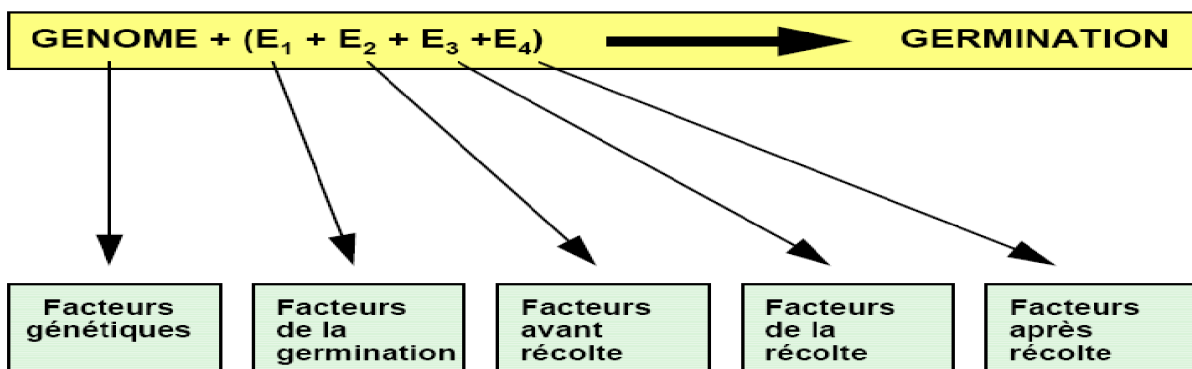


Figure N°20:les différents facteurs impliqués dans la qualité germinative des semences d'après (come ; 1993).

IV.2.4.1.La température :

La température est un facteur critique dans la germination de la graine. A température optimale la germination est maximale et rapide (**Alvarado et Bradford, 2002**). Le métabolisme de la graine dépend de la température, elle affecte l'activité de l'ATPase, la respiration et la synthèse des protéines (**Posmyk, 2001**).

IV.2.4.2.La lumière :

La germination, la survie des jeunes plantes et leur développement ultérieur dépendent de la lumière. La quantité de lumière reçue par une graine dépend de sa position dans le sol, des caractéristiques de l'enveloppe de la graine et de toutes les autres structures en autour d'elle (Pons, 2000). Les graines sur la surface de sol se comportent différemment des graines enterrées à différentes profondeurs dans le sol (**Atwell, 1999**).

IV.2.4.3.L'humidité :

Un état minimum d'hydratation est nécessaire pour la germination des graines. L'humidité est importante pour le maintien de la vie des cellules, pour l'activation des enzymes, la translocation et le stockage des réserves (**Copeland et Mcdonald, 1995**). Dans la graine, l'élongation des cellules est l'étape la plus sensible au stress d'eau (**Hegarty et Ross, 1980**).

IV.2.4.4.L'acide abscissique :

L'acide abscissique (ABA) est l'inhibiteur primaire de la germination dans beaucoup de graines (**Pinfield et Gwarazimba, 1992**). La dormance embryonnaire est en droite relation avec la production de l'ABA (**Hilhorst et Karssen, 1992**). La synthèse d'ABA est accélérée en réponse aux facteurs de stress tel notamment hydrique (**Yoshioka, 1995**). Le manque d'oxygène augmente la quantité d'ABA endogène et diminue la quantité d'acide gibbérellique (GA3) et de cytokinine des graines de maïs (**Prasad, 1983**).

IV.2.4.5.L'âge des graines :

La vigueur de la graine diminue pendant le stockage (**Lovato et Balboni, 2002**). Le vieillissement des graines retarde l'apparition de la racine, la croissance des jeunes plantes et augmente le développement de jeunes plantes anormales. La vigueur de la graine peut diminuer ou disparaître par le vieillissement. Les températures élevées pendant le stockage peut entraîner le développement des maladies cryptogamiques qui vont détériorer les graines. Le pouvoir germinatif des graines (pourcentage de semences aptes à germer dans les conditions les plus favorables).

La capacité de germination (pourcentage de semences capables de germer dans des conditions bien définies).

IV.2.4.6. La taille des graines :

La croissance et le rendement de plantes sont affectés par la taille de la graine. Les graines de grande taille donnent la meilleure capacité et vitesse de germination (Moles, 2006). Les espèces qui ont des graines petites germent généralement dans une gamme étroite de température (Bell, 1995), c'est-à-dire les graines de petite taille induit une perte importante de pouvoir germinatif chez le pistachier de l'Atlas.

Les dormances des graines :

IV.2.5 Les dormances des graines :

- **Notion de dormance :**

Mais ces conditions nécessaires ne sont pas toujours suffisantes. Souvent, l'organisme en vie latente est insensible aux conditions extérieures favorables : il est alors en état de dormance, et le retour à la vie active ne peut se faire qu'après une transformation interne préalable, qui lui restitue cette sensibilité, et qu'on nomme levée de dormance. La dormance est donc une inaptitude interne au retour à la vie active.

- **Définition de la dormance :**

La dormance est un état physiologique durant lequel les fonctions biologique d'une plante sont stoppées. C'est un repos apparent de l'activité de croissance d'un organisme ou d'une partie d'un organisme. Le processus est régulé par les hormones végétales et en particulier par l'acide abscissique. La dormance peut concerner la graine ou les bourgeons.

- **Différentes types de dormance :**

Il peut y avoir :

- une dormance imposée par des conditions de milieu défavorables par exemple la sécheresse, le froid,...

- une dormance physiologique due à des conditions internes défavorables, physiologique ou autre ; celles-ci intervenant :

Soit à l'intérieur de la plante, mais en dehors de l'organe en dormance (inhibition corrélée).

Soit à l'intérieur de l'organisme lui-même (repos ou dormance hivernale) Mais il y a aussi différentes intensité de dormance : depuis la dormance superficielle qui peut être facilement interrompue jusqu'à une dormance profonde qui est généralement de longue durée. Il peut s'agir ici de dormances tégumentaires, dues aux enveloppes séminales, ou de dormances embryonnaires, qui

résultent d'une inaptitude de l'embryon à germer ; on reconnaît ces derniers à ce qu'elles subsistent même si les téguments sont enlevés (embryons cultivés in vitro). (**site web9**).

IV.2.5.1.La dormance tégumentaire :

Les enveloppes séminales qui entourent l'embryon assurent normalement la protection des graines mais dans de nombreux cas ils 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 en jouant un rôle de :

- Barrière physique = résistance mécanique, imperméabilité à l'eau.

- Barrière chimique = piégeage de l'oxygène par des composés phénoliques, présence d'inhibiteurs de germination dans les téguments.

✓ L'imperméabilité à l'eau :

Il existe des semences qui ne peuvent pas germer parce que leurs enveloppes ne laissent absolument pas passer l'eau. En milieu humide, ces semences ne gonflent pas, restent sèches et résistent à l'écrasement. C'est pourquoi elles sont appelées semences dures. Les semences deviennent dures pendant la phase de déshydratation, en fin de maturation. (**Nokes, 1986**) Estime d'ailleurs que, pour éviter des traitements ultérieurs destinés à augmenter le taux de germination, il faut récolter très tôt les semences qui n'ont pas encore de téguments durs. Mais (**Vora, 1989**) pense que les graines deviendraient plus dures avec le temps. Les travaux de (**Hyde, 1954**) mettent en évidence le rôle du hile dans la déshydratation des semences dures : en fin de maturation, lorsque que le tégument est devenu imperméable, la vapeur d'eau s'échappe par le hile qui reste ouvert et fonctionne comme une valve ; en atmosphère sèche, le hile s'ouvre en moins d'une minute et la graine peut perdre de l'eau (**Côme, 1982**). En atmosphère humide, la fermeture est aussi rapide et empêche la réhydratation.

✓ L'imperméabilité à l'oxygène :

L'imperméabilité des enveloppes séminales à l'oxygène est variable suivant les espèces. C'est en effet la structure anatomique des enveloppes qui détermine leur perméabilité à l'oxygène. Pour les semences non imbibées il existe deux sortes de structures qui ne permettent pas le passage de l'oxygène (**Côme, 1982**) ; une structure non poreuse, où les cellules qui constituent l'enveloppe sont toutes jointives ; une structure poreuse, mais recouverte d'une couche superficielle imperméable (du mucilage par exemple). Lorsqu'une graine est imbibée, l'oxygène doit traverser les enveloppes en se dissolvant dans l'eau d'imbibition. Ainsi, plus les enveloppes sont minces, plus le débit d'oxygène vers l'embryon peut être important. Cependant, la présence fréquente de composés phénoliques dans les enveloppes diminue la quantité d'oxygène disponible pour l'embryon. En effet, ces

composés qui se dissolvent dans l'eau d'imbibition se comportent comme un véritable piège à oxygène car ils s'oxydent en présence de ce gaz sous l'action de polyphénoloxydases.

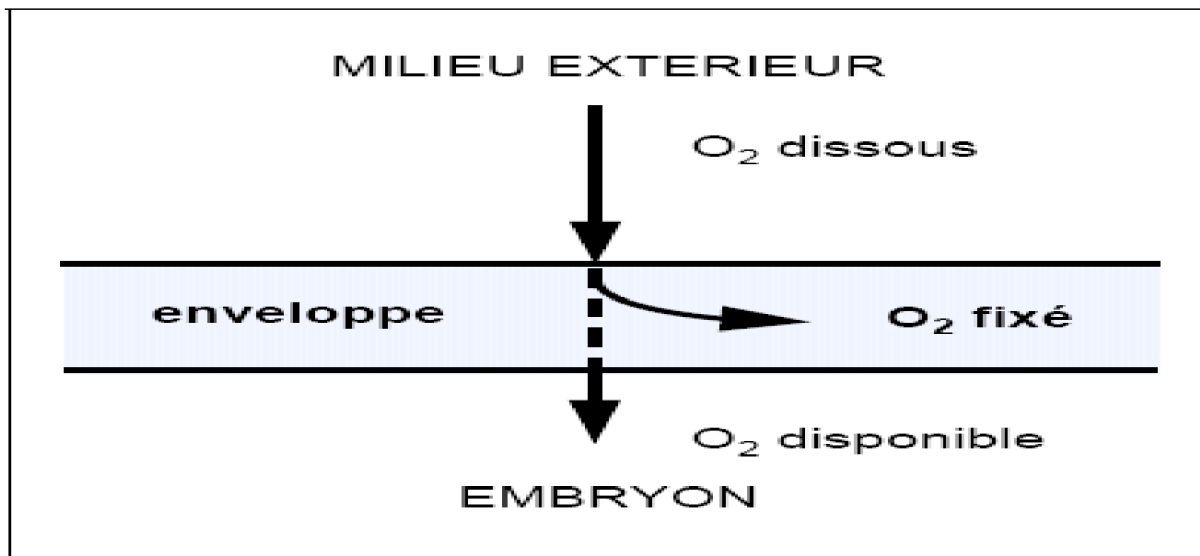


Figure N°21: schéma du mécanisme de l'apport d'oxygène à l'embryon ;a travers les enveloppes séminales imbibées qui renferment des composés phénoliques, d'après (come 1975).

Ce mécanisme permet de mieux comprendre pourquoi et comment la température joue un rôle si important pour la germination. Quand la température augmente, la solubilité de l'oxygène dans l'eau diminue, alors que l'oxydation des phénols augmente. L'oxygène disponible est ainsi fortement réduit. Au laboratoire ou lors de la réalisation de semis par des horticulteurs ou pépiniéristes différents traitements sont utilisés pour fragiliser ou altérer les téguments : Abrasions : papier de verre Incisions : scarification

Traitements chimiques : H₂O₂, solvants, SO₄H₂ dilué.

✓ **La résistance mécanique :**

Les téguments, trop durs, empêchent l'extension de l'embryon et de la saillie de plantule. C'est le cas de l'amarante, du plantain d'eau (*Alisma plantage*), du cresson alénois (*Lepidium satium*) (Schmidt, 2000).

✓ **Les inhibiteurs chimiques :**

Les enveloppes (téguments de la graine ou péricarpe) contiennent très fréquemment des inhibiteurs de germination ou de croissance (Baskin, 2000);(Baskin et al, 2004) . Parmi les plus courants, on peut citer :

Des inhibiteurs volatiles, et l'acide cyanhydrique, l'ammoniac, l'éthylène, divers dérivée soufrés.

- des aldéhydes et acides organiques (pois, maïs).
- l'acide abscissique qui est une hormone végétale synthétisée dans les bourgeons de la plante. D'une manière générale, il ralentit les mécanismes biologiques du végétal, contrairement aux autres phytohormones. Il inhibe aussi les divisions cellulaires (mitoses) dans le cambium, et provoque l'apparition d'écaillés sur les bourgeons à l'approche de l'hiver. L'acide abscissique prépare en fait la plante au passage de la mauvaise saison (**Adkins, 2002**). On pense aussi qu'il est en partie responsable de l'abscission des feuilles à l'automne et de l'entrée en dormance des graines.
- la coumarine et autres lactones.
- l'acide caféique et acide férulique.
- les phénols qui sont présents dans les téguments de graine de pommier et qui en s'oxydant, piègent l'oxygène qui ne peut plus parvenir à l'embryon.

IV.2.5.2. La dormance embryonnaire :

Une dormance embryonnaire a par définition son origine dans l'embryon lui-même, c'est-à-dire qu'elle n'est pas levée par un traitement sur les enveloppes et qu'elle se manifeste même si l'embryon est isolé. On distingue deux sortes de dormance embryonnaire : primaire et secondaire.

➤ **La dormance primaire :**

Elle s'installe lors de la maturation de la graine et empêche la sortie de la radicule. À cet égard, on peut citer :

- Les dormances photolabiles qui sont levées par la lumière
- Les dormances scotolabiles qui sont levées par l'obscurité.
- Les dormances xérolabiles se lèvent par séjour prolongé en atmosphère sèche : en effet, la post maturation au sec, en diminuant la teneur en eau de l'embryon, a pu abaisser son potentiel hydrique et augmente son aptitude à la réhydratation. Mais l'essentiel de l'effet du traitement est l'élimination d'inhibiteurs volatils.

Les dormances psychrolabiles sont par contre levées par le froid humide. Elles se rencontrent chez de très nombreuses espèces comme les rosacées, les céréales, les arbres feuillus, les conifères... En effet, le froid humide de la fin de l'automne ou du début de l'hiver, et son homologue artificiel, la stratification, ont pour premier effet de lever une éventuelle inhibition tégumentaire qui peut être le facteur principal de la dormance (**Bouwmeester et Karssen, 1992**) ; (**Bonner, 1994**); (**Foley et Fennimore, 1998**); (**Martinez-Gomez et Dicenta, 2001**).

➤ **La dormance secondaire ou induite :**

La levée de dormance permet en général de poursuivre la germination sans autre encombre, mais il n'en est pas toujours ainsi car il peut persister ou s'installer une dormance secondaire, qui nécessitera une nouvelle levée de dormance.

Ainsi il subsiste parfois une dormance de l'épicotyle (ou de la gemmule) qui n'est pas levée avec celle de la racicule et qui même ne peut pas être levée tant que la racicule ne s'est pas suffisamment développée. Il faut alors parfois deux hivers successifs, le premier pour lever la dormance de la racicule, puis, après une période plus chaude permettant le développement de la racicule, un deuxième hiver pour lever la dormance secondaire.

La dormance secondaire peut aussi être induite par des conditions défavorables lors de la germination qui aient provoqué la synthèse d'inhibiteurs tégumentaires qui doivent être éliminés à savoir :

- une température trop élevée ou froid excessif
- un éclairage défavorable provoquant une deuxième dormance qui ne sera levée que par une stratification ou un lessivage des téguments.
- un excès de CO₂ qui va créer une dormance induite psychrolabile. Elle peut être levée par action du froid ou alternance de température tiède et froide. Pendant que les graines à l'état dormant sont enfouies dans le sol humide, leur respiration est extrêmement faible et la consommation de leurs réserves est très petite (**Bewley et Black, 1994**) ; (**Hilhorst, 1998**) .

IV.2.6. Différentes méthodes pour la levée de la dormance :

Les semences de nombreuses essences d'arbres germent sans difficulté lorsqu'elles sont placées dans des conditions d'humidité et de température favorables dont beaucoup d'entre elles manifestent une certaine dormance. Lorsque cette dormance est forte, la régénération artificielle nécessite une forme ou une autre de prétraitement, seul susceptible d'assurer un taux de germination élevé en un temps très court. Le meilleur traitement appliqué dans le cadre des expériences concernant *Robinia* l'année a permis, au bout de dix jours, de décupler le pourcentage de germination en comparaison des semences témoins. Dans d'autres cas, la différence tient plus dans la vitesse de la germination que dans le total final des semences germées, comme chez *Pinus taeda* (**Bonner, 1974**) et *Pinuselliottii* (**Forrest, 1964**). Lorsque la dormance est légère, le prétraitement peut n'avoir qu'un effet marginal. Il convient de peser les avantages du prétraitement (économie de semences, gain d'espace sur les planches de semis, période de repiquage prévisible et raccourcie, matériel de reproduction en pépinière plus uniforme) et ses inconvénients (coût et difficultés de mise en œuvre). La décision de prétraiter dépend non seulement de l'espèce, mais aussi de la provenance, de l'année de production des

semences, des conditions locales en pépinière et de la durée et des conditions d'entreposage. L'opération destinée à lever la dormance et à stimuler la germination est donc une forme importante de prétraitement. Parmi les autres formes figure l'enrobage, destiné à protéger les semences contre les ravageurs, les maladies ou les conditions défavorables, à le rendre plus uniformes ou à permettre au pépiniériste de mieux les distinguer. Dans les conditions naturelles l'exposition au froid peut lever la dormance des graines. Artificiellement, elle peut être levée par des traitements physiques (stratification et scarification) ou hormonales (régulateurs de croissance).

➤ **Trempe dans l'eau froide :**

Chez certaines espèces à graines dures, le tégument n'est pas totalement imperméable. Tremper de telles graines dans de l'eau à température ambiante pendant 24 à 48 heures peut être suffisant pour une imbibition totale (et un démarrage de la germination) (**Kemp, 1975**). Il faut noter que ce traitement par voie humide permet de combiner le ramollissement des téguments durs et le lessivage des éventuels inhibiteurs chimiques (les méthodes par voie sèche, si elles peuvent parfois permettre de lever la dormance physique, n'ont normalement aucun effet sur la dormance chimique.). Toutefois, il est souvent plus facile de procéder ainsi dans un laboratoire de recherche central que dans des pépinières d'exploitation dispersées. Dans l'Etat de Sabah, on a découvert qu'il était possible de sécher de nouveau les semences d'*Acacia mangium* et d'*Albizia falcataria* après les trente secondes initiales de traitement à l'eau chaude, de les emballer, de les expédier aux pépinières de terrain et, après trois jours d'entreposage, de les faire tremper simplement dans l'eau froide avant de les semer. La germination était alors aussi bonne (80 %) que lorsque les graines étaient semées immédiatement après traitement (**Bowen et Eusebio, 1981**). Le séchage des semences s'effectuait dans un courant d'air sec à 45 °C pendant une période de 6 à 18 heures. Le traitement à l'eau chaude est relativement sûr et facile à appliquer et donne de bons résultats avec un certain nombre d'essences. Il ne convient guère aux lots importants en raison des difficultés soulevées par la manipulation et le semis des semences gonflées (**Heit, 1967**).

➤ **Trempe dans l'eau chaude :**

Cette technique est similaire au trempage à l'eau froide, sauf que les graines sont mises dans de l'eau très chaude, voire bouillante, et laissée dans l'eau jusqu'à son retour à température ambiante (environ 12H) (**Kemp, 1975**). Une variante plus rare consiste à faire subir un choc thermique à la graine en la trempant dans l'eau bouillante puis en la jetant dans de l'eau à température ambiante (où elle reste ensuite plusieurs heures). Dans les deux cas, l'eau chaude ramollit ou brise le tégument, les graines s'imbibant et gonflant au fil du refroidissement de l'eau (ou du trempage).

Le rapport entre le volume d'eau et le volume de semences varie considérablement et doit être dicté par l'expérience (certains suggèrent qu'il faut mettre 2 à 3 fois plus d'eau que de semences (**Goor et Barney, 1976**), d'autres 4 à 5 fois (**Bonner et al, 1974**)). Le traitement à l'eau chaude a donné de bons résultats avec un certain nombre de semences de Fabacées : *Accacia*, *Albizia*, etc. Toutefois, certaines sont si résistantes qu'on doit même faire bouillir les semences dans l'eau pendant une heure (*Acacia sieberiana* : de 2% de taux de germination sans traitement, à 10% par trempage dans l'eau bouillante, à 60% par maintien de l'ébullition pendant une heure (**Laren, 1964**)). Pour lever la dormance tégumentaire sans tuer les semences par suite d'un chauffage excessif, il est essentiel de scrupuleusement suivre les directives concernant le traitement à l'eau chaude de chaque espèce.

➤ **La stratification :**

La stratification est une technique employée principalement pour lever la dormance primaire morphologique, physiologique et morpho physiologique (**Geneve, 2003**). Chez quelques espèces, telles que *Glaucium flavum* et *Pinus brutia* la stratification est efficace pour lever la dormance secondaire.

Le processus de la stratification consiste à incuber les graines en conditions humides et à température basse (0-10°C). La température optimale est de 4°C pour beaucoup d'espèces (**Baskin, 2000**). L'efficacité de la stratification est variable selon l'espèce.

La stratification joue un rôle dans la transformation de réserves nutritives à la forme soluble (Bel, 1999), la promotion de la synthèse de GA (**Moore, 1994**), l'augmentation de la perméabilité du tégument et la maturité de l'embryon et la promotion de l'émergence de la racicule par l'affaiblissement des structures environnantes.

❖ **Comment stratifier les graines :**

- Prenez des pots, des terrines ou des petites caisses de polystyrène. La taille est fonction de leur grosseur et la quantité de graines que vous avez à stratifier.
- Drainez le fond avec des gravillons ou des tessons de pot de fleurs. Recouvrez de 4 à 5 cm de sable de rivière. Étendez sur la couche de sable uniformément les graines, de sorte qu'elles ne se chevauchent pas (difficile pour les petites graines). Recouvrez-les de 2 à 3 centimètres de sable.
- Vous pouvez refaire la même opération sur plusieurs couches. Recouvrez les récipients d'un plastique ou d'un morceau de contre-plaqué.

- Mettez-les au froid dans un sous-sol par exemple ou enterrez-les au pied d'un mur exposé au Nord ou dans un réfrigérateur.
- Assurez une humidité suffisante pour favoriser le ramollissement de l'enveloppe des graines. Visitez de temps en temps pour vous assurer de l'état de la germination (**site web10**).

➤ **La scarification (Traitement mécanique) :**

Une des méthodes physiques les plus simples consiste à couper, percer ou limer le tégument de chaque graine avant semis (**Goor et Barney, 1976**), afin d'y faire une petite entaille qui laissera passer l'eau et les gaz. Pour certaines espèces particulières, on conseille même de retirer intégralement le tégument. On peut aussi frotter la graine sur le béton ou se servir d'une lime ou de papier de verre pour réduire l'épaisseur du tégument par abrasion. Le traitement manuel est lent, mais sûr et efficace s'il est appliqué précautionneusement. Il convient particulièrement bien aux grosses graines réfractaires. L'effet de la scarification peut être renforcé par un trempage dans l'eau froide avant semis. Pour les grandes quantités de graines à scarifier, on a conçu des appareils spéciaux (pour casser les noyaux de pêche, par exemple) ou on brasse les semences dans une petite bétonnière avec du gravier, du sable dans un tambour spécial revêtu d'une matière abrasive (papier de verre, ciment, verre pilé, etc.) (**Kemp, 1975**) ; (**Goor et Barney, 1976**). Une technique proche de la scarification consiste à utiliser une aiguille chauffée (ou un pyrograveur) pour percer de petits trous dans le tégument. Cette technique semble très peu appliquée, l'avantage principal étant que les raines « brûlées » peut ensuite être expédiées ou être à nouveau stockées, ce que certaines autres techniques de scarification n'autorisent pas.

➤ **Traitement à l'acide :**

Le produit chimique le plus fréquemment employé pour lever la dormance tégumentaire est l'acide sulfurique concentré. Ce traitement est, pour certaines essences, plus efficace que le traitement à l'eau chaude (**Kemp, 1975**). Il est applicable sur de nombreuses graines, mais la manipulation de l'acide sulfurique exige les plus grandes précautions, à la fois pour le manipulateur et pour la semence. Les graines sont mises en contact avec l'acide pendant 10 minutes à une heure (en fonction de l'espèce et du lot de graine) puis soigneusement lavées à l'eau courante. Le tégument des semences correctement traitées est mat et superficiellement piqueté. Si l'utilisation d'acide se révèle intéressante à grande échelle, les inconvénients de son utilisation par le particulier sont très nombreux (achat et stockage difficile, manipulation très dangereuse, égouttage problématique, risque de destruction des semences, gestion des déchets, etc.). Le chimiste que je suis conseillerais aux particuliers de n'envisager cette solution qu'en toutdernier recours, et de demander à une personne équipée et compétente (laboratoire, etc.) de réaliser l'opération : on ne badine pas avec

l'acide sulfurique. Pour information, on a parfois essayé de lever la dormance tégumentaire à l'aide d'autres produits chimiques, mais aucun n'a été adopté aussi largement que l'eau chaude ou l'acide sulfurique. Parmi ces produits, on peut citer l'alcool éthylique et méthylique, le xylène, l'éther, l'acétone, le chloroforme, l'acide chlorhydrique, l'acide nitrique et la soude caustique (pour la plupart dangereux à manipuler sans formation) (**Bonner et al, 1974**).

➤ **Traitement à la 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, décrit à la section "Trempe dans l'eau".

Dans les régions tropicales caractérisées par une saison sèche et une saison des pluies, le feu est un puissant moyen naturel d'interruption de la dormance tégumentaire. Alors qu'un feu violent tue les graines, un feu faible à modéré, tel que ceux qui sont associés aux incendies précoces contrôlés, rétablit la perméabilité du tégument et favorise la germination. Dans un certain nombre de pays, on a recours au feu pour stimuler la germination des semences de *Tectona* (**Laurie, 1974**). Il est possible d'étaler les fruits en une couche épaisse sur le sol et de les recouvrir d'herbe qu'on fait brûler, ou encore de les brûler légèrement avec un lance-flammes. Il faut une certaine expérience pour parvenir à contrôler la chaleur du feu de sorte qu'elle ait un effet maximal sur le péricarpe sans pour autant endommager l'embryon. Aux Philippines, les semences d'*Aleurites moluccana* sont soumises à un traitement semblable. Les noix sont étalées en couche régulière sur le sol et recouvertes d'une couche épaisse de 3 cm d'herbe *Imperata* sèche, à laquelle on met le feu. Dès que l'herbe a fini de brûler, on met les semences dans l'eau froide. Le changement brutal de température fait craquer les noix, qui sont alors prêtes à semer (**Seeber et Agpaoa, 1976**). Une autre possibilité consiste à semer les noix à intervalles adéquats en les enterrant à moitié dans le sol, à recouvrir le lit de semence d'une couche d'herbe *Imperata* et à mettre le feu. Une fois la combustion achevée, on asperge le lit de semence d'eau, on enfonce les noix à 2 cm de profondeur dans le sol et on arrose abondamment. Dans l'Etat de Sabah, (**Bowen et Eusebio, 1981**) ont constaté qu'une exposition de dix minutes des semences d'*Acacia mangium* à une chaleur sèche de 100 °C donnait presque les mêmes résultats qu'une immersion dans l'eau bouillante. Le taux de germination s'établissait à 83 %, contre 92 % dans le cas d'un traitement à l'eau chaude.

➤ **Le rôle des gibbérellines :**

Les hormones jouent un rôle important dans la germination des graines (**Davies, 1990**). Les acides gibbérelliques (GA) sont les hormones de croissance généralement utilisées pour lever la dormance dans beaucoup des graines (**Ma, 2003**). Il existe un nombre phénoménal de GA. Elles sont désignées par les abréviations GA1... GA125. Les GA sont définis bien plus par leur structure que

par leurs activités biologiques. Ce sont toutes des diterpènes cycliques. Celles qui présentent une activité biologique sont assez peu nombreuses Il s'agirait principalement de GA1, GA3, GA4, GA7, ainsi que de quelques autres **(Srivastava, 2002)**.

La germination est régulée, du point de vue hormonal, par deux substances antagonistes à action opposée **(Bewley, 1997);(Foley, 2001); (Srivastava, 2002)** : l'ABA (inhibiteur) empêchant la germination et les gibbérellines (stimulateur) qui participent de façon importante à l'avènement de la germination. L'augmentation des gibbérellines pourrait soit favoriser la germination en ramollissant les structures qui pouvaient faire barrière à la croissance de la racine, soit faire disparaître la dormance de l'embryon liée à l'ABA en augmentant la capacité de la racine à croître, ou encore les deux à la fois **(ANONYME, 2011)**.

Partie Expérimental

I .Matériels et méthodes

1. Objectif de recherche :

Notre expérience a été réalisée au sein de l'I.T.A.F de Tighennif (commune de Maoussa; wilaya de Mascara).

- L'objectif de ce travail a concerné l'étude des difficultés de la germination des semences du pistachier vrai.
- Pour cela nous avons testé 04 variétés de l'espèce (Achouri ,Batouri , Nebdjmel et Adjemi) dans des conditions de semis différentes.

2. Présentation de la zone étude:

2.1. La ferme de démonstration (ITAF TIGHENNIF –MASCARA) :

La ferme de démonstration de Tighennif est implantée dans la riche plaine intérieure de Ghriss. Créée le 12 février 1989. C'est un établissement public à caractère technique et administratif.

La ferme est chargée de conduire des essais expérimentaux sur la vigne et le pistachier, afin d'apporter des solutions techniques aux problèmes rencontrés par les agriculteurs. La ferme travaille notamment à l'élargissement de la gamme variétale de la vigne dans la région.

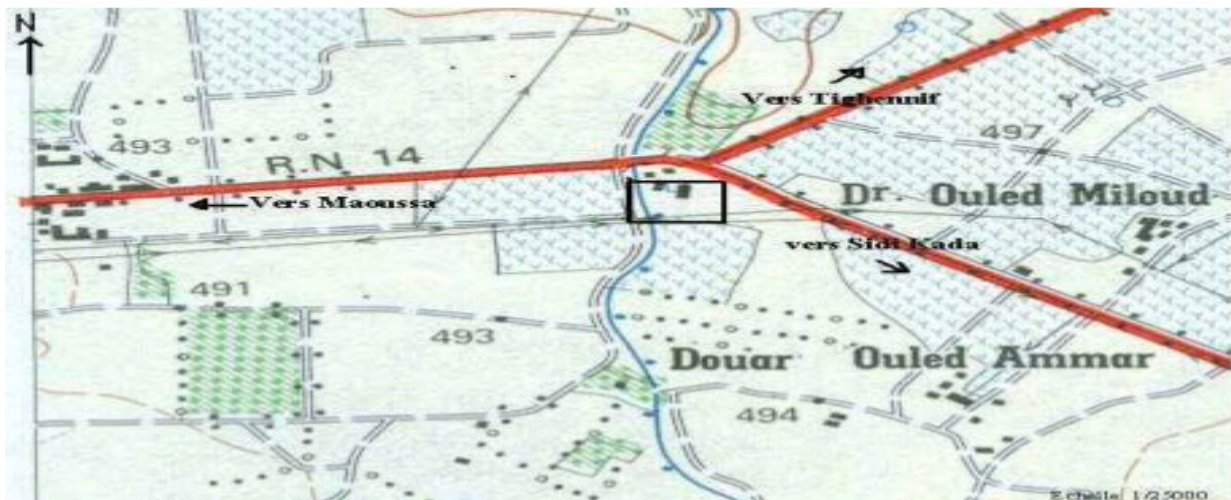


Figure N° 24: Localisation de la démonstration de L'ITAF de Teghenif



Figure N° 225: Plan parcellaire de la ferme de démonstration de L'ITAF de Teghenif.

2.2. Moyens humains :

Le personnel de la ferme est encadré par une équipe technique dynamique et efficace composée d'un ingénieur en chef qui assure la fonction du directeur de la ferme et de deux ingénieurs s'occupant des deux principales missions de la ferme et savoir l'expérimentation et l'appui technique de la production et un adjoint technique.

2.3. Moyens technique :

La ferme dispose de :

- 53,00 ha de SAU réparties en 08,00 ha de plantation viticole et 3,00 ha arboricole le reste est en terre nue
- un bloc administratif qui comprend un laboratoire d'analyse (sur les travaux de la viticulture et pistachier).

2.4. Activités Principales :

a- L'expérimentation qui regroupe des axes de recherches tels que:

- L'enrichissement variétal et l'étude d'adaptabilité des nouveaux cépages introduits
- La conservation du patrimoine phylogénétique (viticole et arboricole)
- l'étude de comportement de variétés de pistachier

b-L'appui technique de la production :

- Formation et perfectionnement
- Vulgarisation des nouvelles techniques de conduite de vignobles et de vergers arboricoles
- Assistance techniques aux producteurs.

Partie Expérimental

2.5. Production de matériel végétal :

- Production de greffons de différentes variétés de vigne en vue de leur diffusion.
- Production de matériel végétal de pistachier (plants, greffons et semences).

La ferme intervient au niveau des wilayas suivantes :

Mascara –Saida –Tiaret –Naàma –El-Bayadh et récemment Bechar.

- Principales missions de la structure :

Les principales actions menées par l'institut s'inspirent des orientations technico-économiques arrêtées au titre du plan national de développement agricole et rural et ont été exécutées à travers son réseau d'appui technique et du dispositif d'encadrement mis en place.

- Organiser et assurer la multiplication du matériel végétal arboricole et viticole de catégorie Départ, Pré-base et Base.
- identifier, élaborer et proposer des programmes de recherche appliquée et d'expérimentation.
- Contribuer aux actions de formation, perfectionnement et recyclage du personnel technique et des formateurs dans les domaines liés à l'arboriculture et la viticulture.
- Assurer une assistance technique à la mise en œuvre des programmes de développement de l'arboriculture et de la viticulture.
- Contribuer avec les structures concernées à l'élaboration et la mise en œuvre des plans de développement.
- Assurer le contrôle de maturité des raisins des zones de VAOG et délivrer les labels.

2.6. Etude monographique de l'exploitation :

2.6.1. Le climat :

En générale, la wilaya de mascara caractérisé par un climat semi-aride .Elle est connue par ses longs étés chauds et secs .Les hivers sont humides et doux .Les pluies sont abondantes et peuvent diluviennes .Il faut généralement chaud surtout de la mi-juillet à la mi-août.

L'altitude de l'exploitation par rapport au niveau de la mer : 496m

- La longitude : $00^{\circ}16^E$
- La latitude : $36^{\circ}22N$

La température est pas stable, elle varie entre moins $2^{\circ}C$ aux moins les plus froides (décembre et janvier) et plus de $40^{\circ}C$ aux moins les plus chaudes (juillet et août).

Partie Expérimental

Grêles ; en générale 2 à 3 jours / ans.

Sirocco ; 5 à 6 jours / ans.

La neige :-nombre des jours 2jrs (année 2017/2018).

La période : décembre à février. **Source: Station météorologique de l'I.T.A.F.V (Tighenif).**

Tableau 7: la précipitation au niveau de la ferme; année 2019(Station météorologique de l'ITAF. Teghanif.

| Mois (2019) | Sep | oct | nov | dec | jan | fev | mar | avr | mai |
|---------------------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|-----|
| Précipitations (mm) | 0 | 44.2 | 62.2 | 0 | 77.5 | 13.2 | 6.6 | 53.2 | 5 |

Données climatiques obtenu au niveau de la station météorologique de Matmour (mascara) :

Tableau 8: la précipitation cumulée menetuelle (2009/2019) source: (O.N.M)Station météorologique de Matmour Mascara.

| Année | Sep | Oct | nov | dec | jan | Fev | mar | avr | mai | jui | juill | aout | Totale |
|-------|------|-------|-------|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|--------|
| 09-10 | 31.3 | 01.0 | 32.5 | 39.1 | 78.3 | 54.3 | 63.8 | 33.0 | 42.2 | 0.5 | 00.0 | 48.0 | 432.5 |
| 10-11 | 05.3 | 49.7 | 54.6 | 19.7 | 38.9 | 43.1 | 17.8 | 59.9 | 80.3 | 27.8 | 0.5 | 11.2 | 408.8 |
| 11-12 | 05.6 | 34.7 | 70.5 | 21.8 | 17.9 | 71.5 | 27.2 | 62.5 | 03.0 | 01.9 | 0.5 | 15.1 | 331.7 |
| 12-13 | 03.4 | 40.3 | 127.8 | 46.1 | 67.7 | 75.6 | 57.6 | 155.4 | 22.2 | 7.4 | 0.9 | 0.3 | 604.7 |
| 13/14 | 29.5 | 0.5.5 | 61.1 | 78.9 | 41.0 | 65.7 | 40.3 | 05.7 | 06.4 | 07.9 | 0.5 | 00.0 | 402.0 |
| 14/15 | 30.6 | 40.0 | 54.6 | 77.7 | 87.9 | 70.6 | 39 | 00.0 | 09.4 | 02.7 | 0.8 | 02.8 | 416.2 |
| 15/16 | 10.5 | 71 | 55.5 | 0.3 | 31 | 59 | 18.8 | 47 | 22.1 | 03.1 | 2 | 0.5 | 412 |
| 16/17 | 04.1 | 03.4 | 49.2 | 90.8 | 207.4 | 06.3 | 19.6 | 05.8 | 27.2 | 02.1 | 01.2 | 05.6 | 422 |
| 17/18 | 01.8 | 20.7 | 35.2 | 43.6 | 87.0 | 36.3 | 105 | 70.6 | 21.0 | 41 | 0.5 | 05.9 | 469.0 |
| 18/19 | 55.9 | 101.3 | 51.7 | 7.1 | 82.4 | 10.8 | 19.4 | 44.9 | 0.2 | | | | |

Partie Expérimental

Tableau 9: la température moyenne mensuelle (2014/2019) source :(O.N.M)Station météorologique de Matmour Mascara.

| | JAN | FEV | MAR | AVR | MAI | JUIN | JUIN | AOUT | SEP | OCT | NOV | DEC |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 2014 | 10.2 | 10.7 | 10.8 | 15.7 | 17.8 | 21.7 | 25.2 | 26.3 | 24.6 | 19.9 | 14.9 | 9.0 |
| 2015 | 7.9 | 8.1 | 11.1 | 16.9 | 20.2 | 22.4 | 28.5 | 28.0 | 22.9 | 19.8 | 13.4 | 11.4 |
| 2016 | 11.7 | 12.0 | 10.9 | 14.7 | 18.8 | 23.7 | 27.9 | 26.7 | 23.4 | 20.5 | 13.3 | 11.0 |
| 2017 | 8.2 | 12.5 | 13.3 | 15.9 | 21.2 | 26.0 | 28.2 | 27.4 | 22.7 | 18.6 | 12.2 | 09.3 |
| 2018 | 09.9 | 8.4 | 12.5 | 15.3 | 16.9 | 22.2 | 27.1 | 26.2 | 24.3 | 17.7 | 13.4 | 10.8 |
| 2019 | 8 | 09.6 | 12.5 | 12.7 | 19.1 | | | | | | | |

Tableau 10: L'humidité relative (2019) source (O.N.M) météorologique de Matmor Mascara.

| Mois | Jan | FEV | MAR | AVR | MAI |
|---------------|-------------|--------------|-------------|-----------|-------------|
| H. relative % | 76.2 | 70.76 | 67.6 | 72 | 53.5 |

2.6.2Le sol :

Le sol constitué pour la plante à la fois le support et le réserve en éléments nutritifs, les principales caractéristiques du sol appréciées sur le terrain :

Granulométrie : sableux – limoneux.

Le sol est pauvre en matière organique et en matière azotée.

La profondeur : 50 cm à 80 cm.

La pente : inexistant, la surface est pleine.

Tableau 11: Analyse du sol

| Paramètres chimiques Profondeur (cm) | pH | CaCO ₃ Total% | CaCO ₃ Actif % | CE (ms/cm) | M.O % | P2O ₅ (ppm) |
|---|------|-----------------------------|------------------------------|------------|----------|------------------------|
| 0-20 | 8.27 | 16.25 | 0.3 | 0.30 | 0.71 | 26 |
| 20-40 | 8,27 | 12.5 | 3.5 | 0,31 | | 32 |

Interprétation :Les résultats d'analyse montrent que le sol a :

-pH fortement basique de la surface à la profondeur.

-Moyennement calcaire, le calcaire actif est peut chlorant

Partie Expérimental

-Non salé

-Pauvre en matière organique

-Sa teneur en phosphore assimilable est moyenne

3. caractéristiques de variétés étudiées:

Notre étude à porte sur quatre(04) variétés de porte –greffe qui sont :

- Variété ACHOURI.
- Variété BATOURI,
- Variété ADJMI
- Variété NEB DJMEL.

Tableau 12: caractéristique des variétés étudiées

| Variété | Achouri | Adjmi | Batouri | Nebdjmel |
|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------|------------------|
| Caractéristiques | | | | |
| Couleur de la Coque | Blanche tachetée de marron | Blanche légèrement bariolée | Blanche | Blanche laiteuse |
| Longueur de fruit | 18.37mm | 18.97mm | 22.62mm | 23.68mm |
| Largeur de fruit | 10.43mm | 11.75mm | 12.93mm | 10.40mm |
| Grosueur | 10.50mm | 11.25mm | 14.04mm | 10.66mm |
| Taux d'ouverture | Ouverte | Très ouverte | Faiblement Fermée | Fermée |
| Poids de 100 Graines | 99g | 110g | 130g | 140g |

Source ITAFV Tighenif



Neb – djmel



Achouri



Adjmi



Batouri

Figure 26: Fruits à maturité des quartés variétés étudiées de pistachier vrai

4. Le Protocole:

On a sélectionné des graines de la dernière récolte issues d'un verger localisé dans la commune de Maoussa dans la wilaya de Mascara. Ces dernières, aussitôt récoltées sur un arbre adulte ; ont été débarrassées de leur mésocarpe, et mis à sécher, avec conditionnement dans des sachets.

Avant le semis les semences ont subi une stratification (un trempage dans l'eau pendant 24h) pour lever la dormance et faciliter la germination.



Figure 27: Une stratification des semences (un trempage pendant 24h dans l'eau variété Achouri) prise le 23/02/2019 par HASSAD.K et DAHOUL.B

- **Préparation des semences :**

Les semences du pistachier vrai sont plongées dans de l'eau pendant 24h, ensuite elles sont scarifiées manuellement (l'épicarpe et le mésocarpe sont entièrement enlevés car considérés comme inhibiteur de la germination) pour tous les essais effectués (Chraa, 1988) ; (Brousse, 1974);(Kellal, 1979) ; (Ait radi, 1997); (Aleta et al, 1997).

On ne récupère que les graines ayant été décantées, supposées viables (Downie B. and Bergsten U., 1991); (Audinet M., 1993). Après séchage à l'air libre, les graines sont utilisées pour les traitements et l'essai de germination.

- **Semis**

Le semis de ces 4 variétés a été réalisé en deux milieux différents (La date de semis : le 21/02/2019)

1. **Hors sol :**

Un premier milieu ou les semences ont été déposées dans les sachets de 5 litres remplis de terre de 3 cm de profondeur, La date de semis : le 25/02/2019.

On a rempli 400 sachets en terre, 100 sachets pour chaque variété.



Figure 28: semis hors sol (photo pris le 21/02/2019 par HASSAD et DAHOUL.B)

Pour la variété de Nebdjmel qui a une coque dure on a testé sa germination par le concassage de sa coque avec une pince pour tester cet effet de concassage. (50 /100graines a coques cassées).



Figure 29: Un concassage de 50 graines (variété Neb Djamel)

2. Plein champs :

Un deuxième milieu où les semences ont été déposées dans le sol. (100 graines pour chaque variété) ; La date de semis : le 21/02/2019.

On sème directement la graine ; Les graines sont déposées la tête en haut (10cm en profondeur).

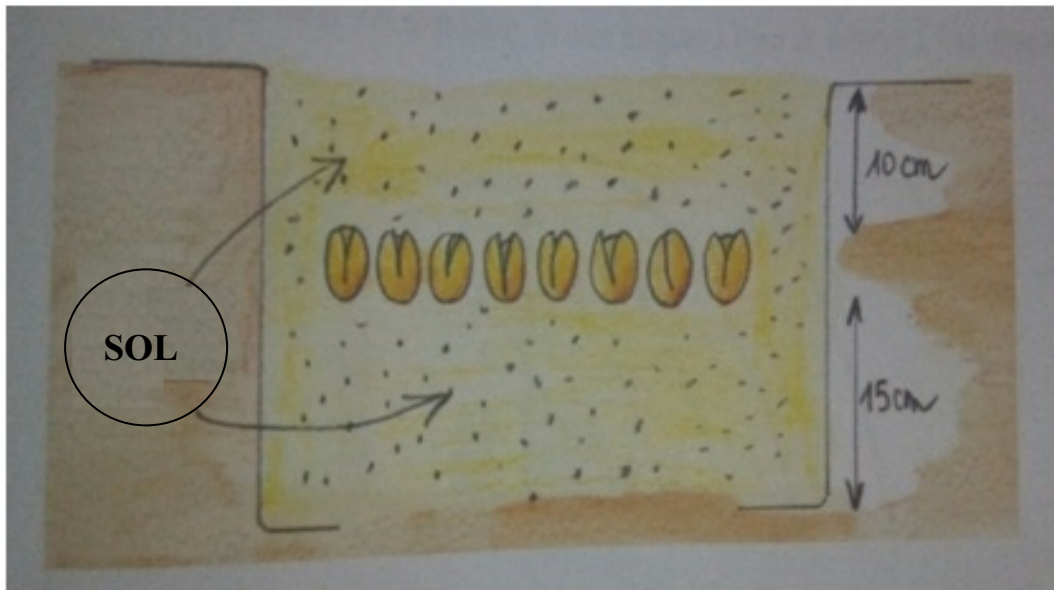


Figure 30: semis en plein champs



Figure 31: semis en plein champ (photo prise par HASSAD.K et DAHOUI .B)

Partie Expérimental

Tableau 13: Le nombre de graines de chaque variété en deux milieux

| Variétés milieu | Hors sol | Plein champs |
|-----------------|-------------------------|--------------|
| Nebdjmel | 100 graines (50cassées) | 100 graines |
| Achouri | 100 graines | 100 graines |
| Adjmi | 100 graines | 100 graines |
| Batouri | 100 graines | 100 graines |

Les semences de deux milieux ont suivi une stratification (trempage dans l'eau pendant 24 h)

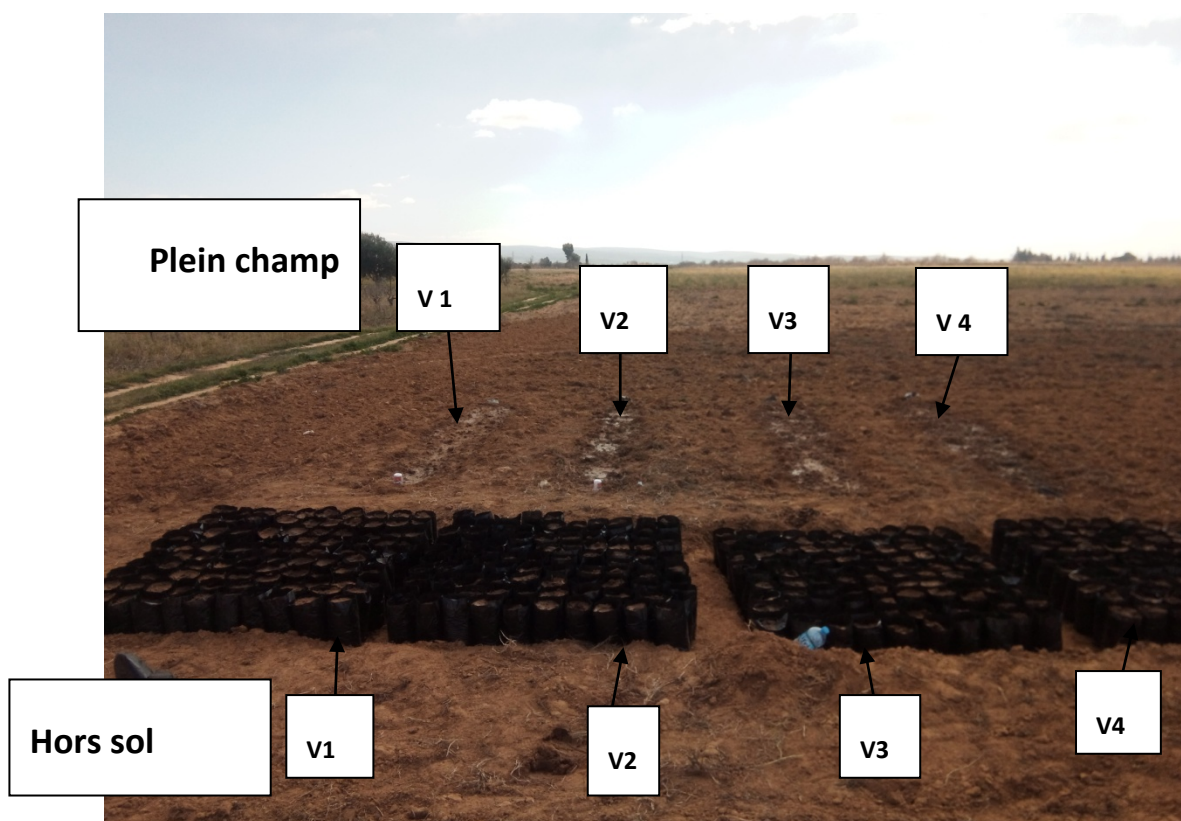


Figure 32: la disposition de la semence en deux milieux

Un paillage installé dans le milieu hors sol entre le sol et sachets pour arrêter le développement des mauvaises herbes. Ces deux milieux ont été irrigués une fois par semaine avec Binage en plein champs et désherbage manuelle.



Figure 33: désherbage des plants (photo prise le 30/04/2019)

5. Paramètres étudiés:

- Le taux de germination
- La longueur des tiges
- Le nombre des feuilles

6. Résultats:

Après un mois de semis

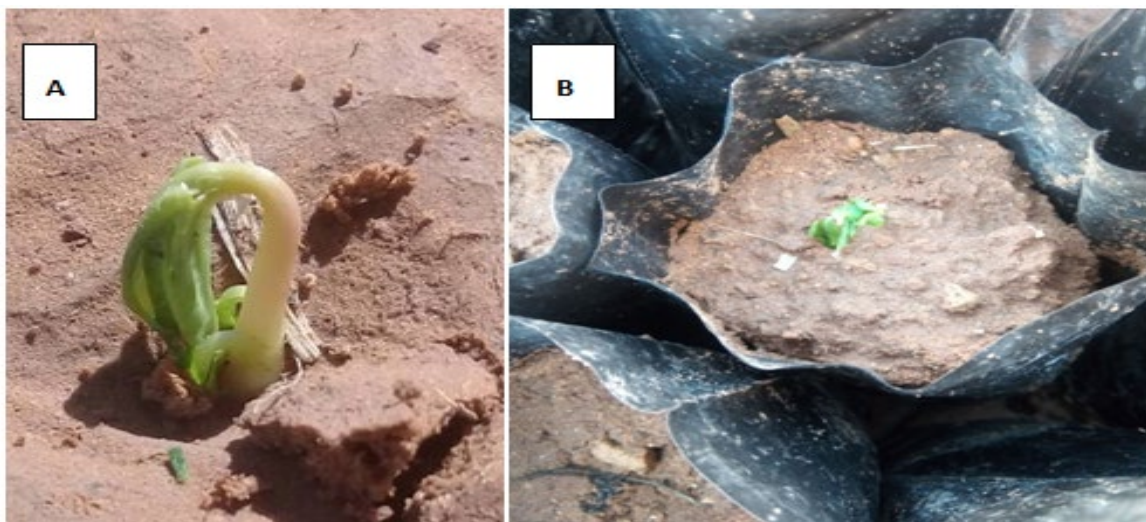


Figure34: les jeunes plantules de pistachier vrai variété Neb Djamel
(A plein champs, B Hors sol)

Partie Expérimental

On note une préciosité de germination chez la variété Neb Djamel après 29 jours ; les variétés a coque cassée (l'effet de la barrière mécanique).



Figure35: les plantules de la variété Batouri (photo prise le 13/05/2019)

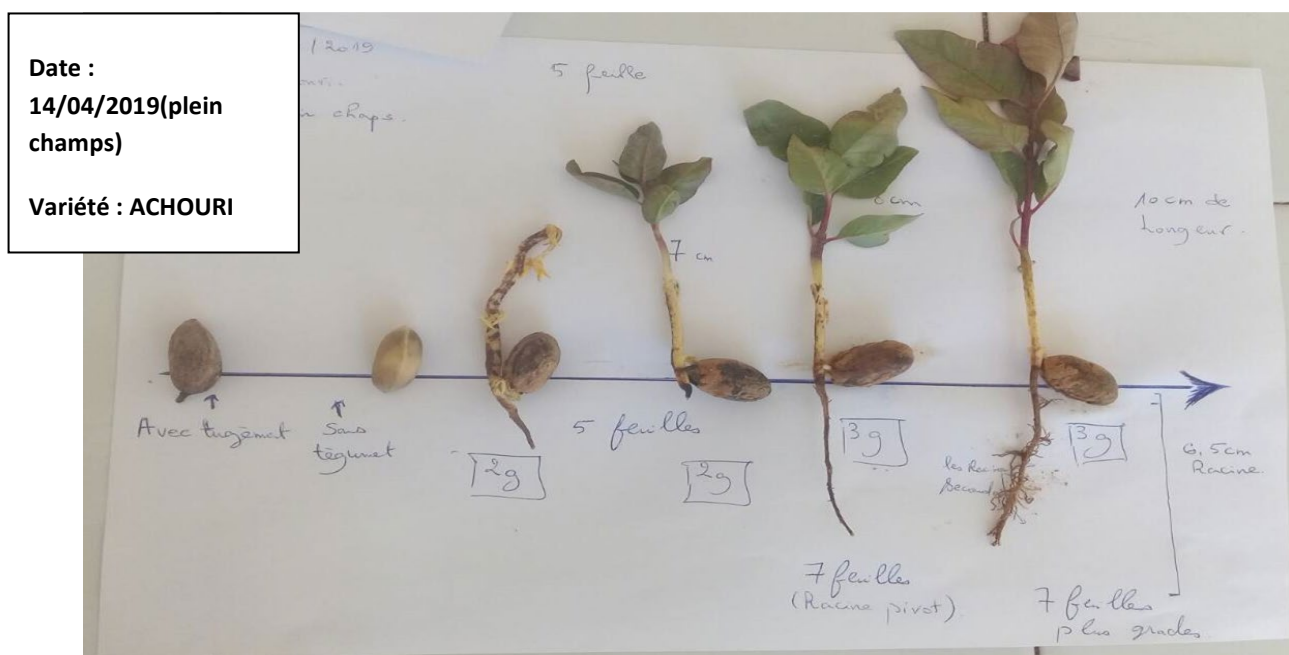


Figure 36: les différents stades de développement de la variété Achouri

Un arrachage des plantules de variété Batouri (plein champs) en même journée, avec des stades différents de 5 feuilles à 8 feuilles cela indique que y a une variabilité des caractéristiques des graines (taille, l'âge, et niveau de maturité).

Partie Expérimental

Le système racinaire :



(A) La longueur des racines est approximative de 45cm à 50cm



(B) la longueur des racines est approximative de 40a 45cm



(C) La longueur des racines est approximative de cm 35 à 45cm



(D) la longueur des racines est approximative de 45a 55

Figure 37: la longueur des racines de chaque variété

La variété Batouri a la plus longue racine qui atteint jusqu'à 55 cm en hors sol, donc c'est la variété qui a un meilleur développement.

Partie Expérimental

Variété Batouri : (partieaérienne).



Figure 38: le développement de la tige de la variété Batouri en hors sol (pendant 2 mois de mesures) de 11/04/2019 à 30/05/2019.

6.1. Taux de germination

C'est le nombre des graines germées par rapport au nombre de graines mises en germination. Une graine est considérée germée lorsqu'elle émet une radicule et une gemmule. Les résultats à la fin de chaque test de germination des graines sont exprimés en pourcentage, et ce pourcentage ce varie d'une variété à l'autre :

Partie Expérimental

TG (%) : Taux de germination

Application numérique :

100% ' 100 graine

X ' nombre de graine $\boxed{TG=X \%}$

Variété 1 (Nebdjmel)

Variété 2 (Achouri)

Variété 3 (Adjmi) ET Variété 4 (Batouri).

Tableau 14: Taux de germination 32 jours après le semis.

| | Variété 1 | Variété 2 | Variété 3 | Variété 4 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Hors sol | 27% | 14% | 20% | 54% |
| Plein champ | 21% | 10% | 7% | 28% |

Tableau 15: Taux de germination après 50 jours de semis.

| | Variété 1 | Variété 2 | Variété 3 | Variété 4 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Hors sol | 76% | 28% | 45% | 80% |
| Plein champ | 46% | 33% | 46% | 46% |

Les résultats de l'étude de la germination sont présentés sous forme d'histogrammes qui expriment le pourcentage de taux de germination de chaque variété en deux milieux (hors sol et plein champs).

Les résultats de l'étude de la germination seront analysés statiquement pour une meilleure interprétation permettant une extrapolation et une validation. L'examen de la figure ! : Montre la comparaison de taux de germination de chaque variété en deux milieux.

Partie Expérimental

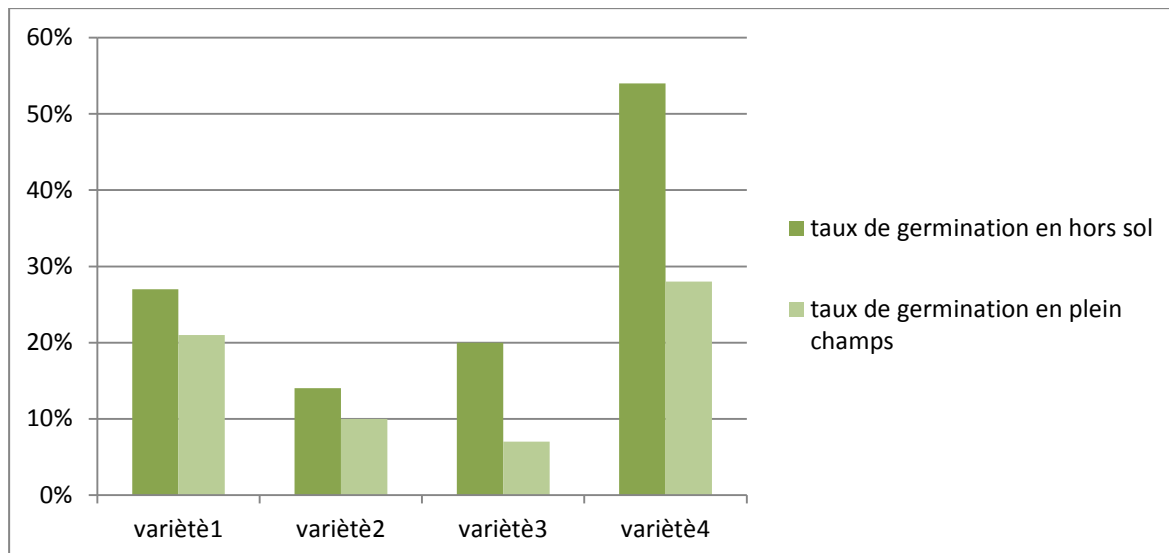


Figure 39: le taux de germination de deux milieux en fonction des variétés (après 32 jours de semis).

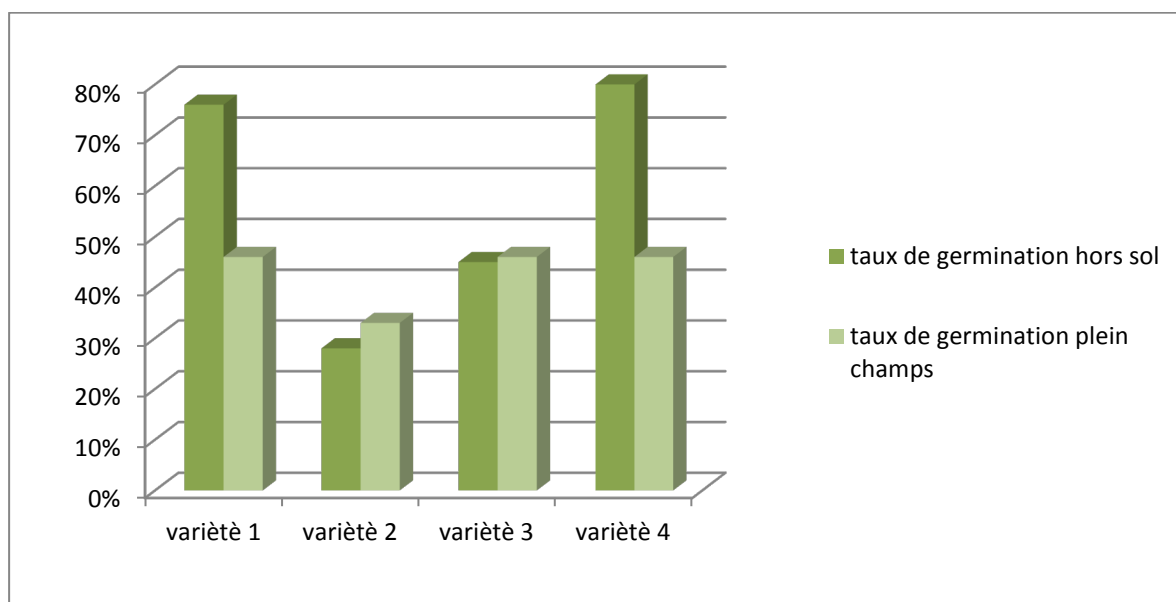


Figure 40: le taux de germination de deux milieux en fonction des variétés (après 50 jours).

Interprétation d'histogrammes

Dans le premier graphe le taux de germination le plus élevé a été enregistré dans le milieu hors sol pour chaque variété par rapport au milieu de plein champs. Dans le deuxième graphe on a enregistré un taux de germination élevé des 3 variétés (1/3/4) Nebdjmel, Batouri, Adjmi, en milieu hors sol ; une seule variété (n°2 Achouri) qui enregistre un taux de germination élevé en milieu plein champs de 5% par rapport à l'hors sol.

Partie Expérimental

Dans les deux graphes la variété Batouri enregistre un taux de germination élevé par rapport aux autres variétés.

6.2. Etude et interprétation statistique (longueur et nombre des feuilles)

6.2.1. La longueur des tiges

On a pris un échantillonnage de 7 répétitions (c'est l'échantillon minimum mesuré avec une règle graduée) pour faire un test d'hypothèse avec des **manovas**(deux facteur variétale et milieux) pour deux paramètres la longueur des tiges et le nombre des feuilles.

Tableau 16: La longueur des tiges (11/04/2019).

| ANALYSE DE VARIANCE | | | | | | |
|----------------------------|------------------|------------------|--------------------|-------------|-------------|------------------------|
| Source des variations | Somme des carrés | Degré de liberté | Moyenne des carrés | F | Probabilité | Valeur critique pour F |
| Échantillon | 108,6428571 | 1 | 108,6428571 | 27,09016698 | 3,99924E-06 | 4,04265213 |
| Colonnes | 10,80357143 | 3 | 3,601190476 | 0,897959184 | 0,449146658 | 2,79806064 |
| Interaction | 3,535714286 | 3 | 1,178571429 | 0,293877551 | 0,829614497 | 2,79806064 |
| A l'intérieur du groupe | 192,5 | 48 | 4,010416667 | | | |
| Total | 315,4821429 | 55 | | | | |

Tableau 17: LA longueur des tiges (30/05/2019)

| ANALYSE DE VARIANCE | | | | | | |
|----------------------------|------------------|------------------|--------------------|-------------|-------------|------------------------|
| Source des variations | Somme des carrés | Degré de liberté | Moyenne des carrés | F | Probabilité | Valeur critique pour F |
| Échantillon | 164,5714286 | 1 | 164,5714286 | 12,8 | 0,000804243 | 4,042652129 |
| Colonnes | 72,71428571 | 3 | 24,23809524 | 1,885185185 | 0,14467325 | 2,798060635 |
| Interaction | 49 | 3 | 16,33333333 | 1,27037037 | 0,295130794 | 2,798060635 |
| A l'intérieur du groupe | 617,1428571 | 48 | 12,85714286 | | | |
| Total | 903,4285714 | 55 | | | | |

Partie Expérimental

6.2.2. Nombre des feuilles

Tableau 18 : Nombre des feuilles (11/04/2019).

| ANALYSE DE VARIANCE | | | | | | |
|----------------------------|------------------|------------------|--------------------|-------------|-------------|------------------------|
| Source des variations | Somme des carrés | Degré de liberté | Moyenne des carrés | F | Probabilité | Valeur critique pour F |
| Échantillon | 36,16071429 | 1 | 36,16071429 | 11,95866142 | 0,001149858 | 4,042652129 |
| Colonnes | 1,482142857 | 3 | 0,494047619 | 0,163385827 | 0,920491425 | 2,798060635 |
| Interaction | 0,339285714 | 3 | 0,113095238 | 0,037401575 | 0,990203708 | 2,798060635 |
| A l'intérieur du groupe | 145,1428571 | 48 | 3,023809524 | | | |
| Total | 183,125 | 55 | | | | |

Tableau19: Nombre des feuilles (30/05/2019)

| Analyse de la variance | | | | | | |
|-------------------------------|------------------|------------------|--------------------|-------------|-------------|------------------------|
| Source des variations | Somme des carrés | Degré de liberté | Moyenne des carrés | F | Probabilité | Valeur critique pour F |
| Échantillon | 21,875 | 1 | 21,875 | 4,944711538 | 0,092607599 | 3,042652129 |
| Colonnes | 111,0535714 | 3 | 37,01785714 | 2,983173077 | 0,004331918 | 4,798060635 |
| Interaction | 11,33928571 | 3 | 3,779761905 | 0,508814103 | 0,678087389 | 2,798060635 |
| A l'intérieur du groupe | 356,5714286 | 48 | 7,428571429 | | | |
| Total | 500,8392857 | 55 | | | | |

Partie Expérimental

- **La longueur des tiges :**

1. mesure de la première semaine :

Source de variation (le milieu) :

On a le $F_c = 27.09$ est supérieur à $F_{\text{théorie}} = 4.04$, donc on a une différenciation significative entre la longueur moyenne des tiges dans les deux milieux, les valeurs ne sont pas homogènes pour les différents milieux.

Cela signifie que le milieu a un effet significatif sur la longueur des tiges et comme les longueurs moyennes des tiges du milieu 1 et 2 sont respectivement de 4.37 et 1.58 cm on conclue que le milieu 1 est plus favorable que le milieu 2 pour la croissance des tiges, cela peut être due à la présence des facteurs favorables dans milieu hors sol.

Source de variation ((la variété) :

On a $F_c = 0.89$ est inférieur à $F_{\text{théorie}} = 2.79$, donc on a une différenciation non significative entre les moyennes observées cela indique que la longueur moyenne des tiges est homogène pour les différentes variétés durant la première semaine.

Interaction (milieu / variété) :

Le $F_c = 0.29$ est inférieur à $F_{\text{théorie}} = 2.79$, donc on a une différenciation non significative et il n'y a pas d'interaction entre le milieu et la variété ; et on a une homogénéité entre les différentes compositions variété / milieu.

2. mesure de la dernière semaine : on a les mêmes résultats que la première semaine

(milieu) :

$F_c = 12.8$ est supérieur à $F_{\text{théorie}} = 4.04$ (une différenciation significative un effet de milieu sur la longueur des tiges).

(variété) :

$F_c = 1.88$ est inférieur à $F_{\text{théorie}} = 2.79$ (une différenciation non significative avec une homogénéité).

Interaction : $F_c = 1.27$ est inférieur à $F_{\text{théorie}} = 2.79$ (une différenciation non significative et une homogénéité).

Partie Expérimental

- **Le nombre des feuilles**

1. **Mesure de la première semaine :**

Source de variation : (milieu)

On a le $F_c=11.95$ est supérieur à $F_{\text{théorie}}=4.04$, donc on a une différenciation significative entre le nombre des feuilles dans les deux milieux , les valeurs ne sont pas homogènes pour les différents milieux ; cela signifie que le milieu a un effet significatif sur la moyenne de nombre des feuilles et comme le nombre des feuilles du milieu 1 et 2 sont respectivement de 6.42 cm et 4.82cm , on conclue que le milieu 1est plus favorable que le milieu 2 pour le feuillage des tiges .

Source de variation (variété) :

On a $F_c= 0.16$ est inférieur à $F_{\text{théorie}}=2.79$, donc on a une différenciation non significative entre les moyennes observées cela indique que le nombre des feuilles est homogène pour les différentes variétés durant la première semaine.

Interaction (milieu / variété) :

On a le $F_c = 0.03$ est inférieur à $F_{\text{théorie}} = 2.79$ donc on a une différenciation non significative entre milieu et variété, , on a une homogénéité entre les différentes compositions variété / milieu.

Dans la mesure de la dernière semaine on a les mêmes résultats de signification.

6.3 Discussion générale

On a enregistré que le taux de germination est élevé dans la pépinière que le milieu plein champs et entre les variétés avec un taux de germination élevé pour la variété Batouri qui atteint les 80% Apres 50jr du semis.

Et comme la germination est un stade physiologique qui correspond a la transition de la phase de vie latente de la graine sèche a la phase du développement de la plantule. Donc il y 'a des facteurs qui influent sur la germination , en premier lieu les facteurs environnementaux tel que l'humidité pour assurer une hydratation qui enclenche les processus de l'activation des enzymes (les \ominus amylases qui hydrolysent l'amidon et les nucléases pour la division cellulaires et les protéases qui lysent les réserves protéiques et l'élongation des cellules puis la levée de la dormance)(Hegarty et rose ; 1980) donc le sac a plastique de 5 litres qui est utilisé en pépinière garde plus longtemps la quantité d'eau et favorise un milieu plus humide que le milieu plein champs et plus de porosité(O2) il y a effectivement de l'air en quantité importante dans tous les espaces laissés libres entre les "grains de terre en sachet ". Ces espaces peuvent parfois être remplis d'eau, quand il pleut ou quand on arrose, mais l'eau aussi contient de l'air dissous

Partie Expérimental

pour cela on a enregistré un taux de germes élevé en pépinière, ainsi que le facteur de température qui est un facteur qui influe sur le métabolisme de la graine et sur l'activité de l'ATPase, la respiration et la synthèse des protéines (**Posmyk, 2001**). Aussi que la profondeur de dépôt de la graine dans le sol est différente dans les pleins champs en plus le facteur de la taille des graines qui influe sur la capacité et la vitesse de germination (**Bell, 1955**).

En plus de ces facteurs on a des facteurs génétiques de la semence qui n'ont pas le même pouvoir germinatif entre les différentes variétés.

Donc pour germer, les graines ont besoin d'une humidité suffisante et d'une température convenable. Or, ces conditions sont souvent réalisées au printemps (journées plus chaudes et pluies assez fréquentes).

Et Concernant la longueur des tiges et le nombre des feuilles :

On a une quantité différente de lumière reçue entre les deux milieux par apports aussi de sa densité de plantation, donc les plantules en pépinière reçoivent plus de lumière par rapport de plein champs et comme la lumière est indispensable pour le développement des plantules on a un effet significatif sur les plantules de l'hors sol, alors on suppose que la photopériodisme et de la photosynthèse a un effet significatif.

Références bibliographiques

Référence bibliographique

- **Anonyme, (2011)** - Dictionnaire agricole .Ed ; La librairie Larousse .Paris . 356p.
- **Anonyme 1985** - contribution à l'étude de la biologie florale du *pistachier* fruitier.
- **Anonyme., 1993-** Greffage de l'avocatier. Extrait de la fiche n°5 « Le Flamboyant n°25
« pp.30-32.
- **Ait radi A., 1997-** multiplication par voie végétative et par semis de *pistacia atlantica* et de *l'ailantus altissima*. Th. Ing. Ina. El harrach. 40p.
- **Ascad 1998** - centre arabe des études des zones arides.
- **Aleta N., Ninot A., Rouskas D. et al 1997-** la multiplication du *pistachier*. Options méditerranéennes. Amélioration d'espèces à fruits à coque : noyer, amandier, pistachier, n°14- 16. Ed. Ciheam. Pp.93-133.
- **Aleta, N., Ninot A., Rouskas O D., Zakinthinon G., Avanzato O. et Mendes A. (1996)** - Producción de plantas de terebinto (*Pistacia terebinthus*) en contenedor. Inv. Agr. (suos presse) , (121-132) PP.
- **Audinet M., 1993-** Prétraitement des semences. Le Flamboyant, 28: 21-22
- **Anzala F. J., 2006-** Contrôle de la vitesse de germination chez le maïs (*Zea mays*) : étude de la voie de biosynthèse des acides aminés issus de l'aspartate et recherche de QTLs. Th. Doct . Univ. d'Angers . 148 p.
- **Ait radi A., 1997-** multiplication par voie végétative et par semis de *pistacia atlantica* et de *l'ailantus altissima*. Th. Ing. Ina. El harrach. 40p.
- **Adkins S.W., Bellairs S.M. and Loch D.S., 2002-** Seed dormancy mechanisms in warm season grass species. Euphytica, 126: 13-20

- **Alvarado V. and Bradford K.J., 2002-** A hydrothermal time model explains the cardinal temperatures for seed germination. *Plant Cell and Environment*, 25: 1061-1069
- **Atwell B., Kriedemann P. and Turnbull T., 1999-** *Plants in action, adaptation in nature performance in cultivation.* Macmillan Publisher, South Yarra, Australia, 650p.
- **Bennabi, B. ,2004-** *La culture du pistachier en Syrie.* 3p.
- **Bowen, M.R. and Eusebio, T.V., 1981-** *Acacia mangium.* Updated information on seed collection, handling and germination testing. Occasional Tech. and Scientific Notes, Seed Series No 5, Forest Research Centre, Sepilok, Sabah
- **Bonner F.T., Vozzo J.A., Elam W.W. and Lamnd S.B.J., 1994-** *Tree seed technology training course.* Forest Services, New Orleans, Louisiana, pp : 1-81
- **Bonner F.T., 1974-** *Seed testing.* In *Seeds of Woody Plants in the United States,* Agriculture Handook No 450.For.Service, USDA, Washington D.C.
- **Bouwmeester H.J. and Karssen C.M., 1992-** The dual role of temperature in the regulation of the seasonal changes in dormancy and germination of seeds of *Polygonum persicaria L.* *Ecologia*, 90: 88-94
- **BELKROUF AMINA 2016 -** *Suivi phréologique de deux variété de pistachier vrai et comparaison de comportement dans deux milieux différent .*
- **Boutboul H .1986 -** *LA RELANCE DE LA NATURE DU PISTACHIER FRUITIER DANS LE MIDI méditerranéen rev .hort n°264 ,pp 25 :29 .*
- **Boualem. S, 2010 -** *Etude de l'effet des différentes températures sur la germination des graines de pistachier vrai.*
- **Benmahioul B .Daguin F. & Kaid-Harach M ,2009-** *Effet de stresse salin sur la germination et la croissance in vitro du pistachier (pistecia vera .L) 752-758.*
- **Bretaudeau J. et Faure Y., 1992-** *Atlas d'arboriculture fruitière.* Ed. Tec. Et Doc. Lavoisier. 3ième Ed. Vol I. 289p.

- **Boudru M., 1992** - Boisement et reboisement artificiels. Ed. Les presses Agronomiques de Gembloux. Belgique. 348p.
- **Bewley J.D. and Black M., 1982**- Physiology and Biochemistry of Seeds in relation to germination. Vol2. Springer-Verlag, New York.
- **Bewley J.D. and Black M., 1994**- Seeds: Physiology of development and germination. Peplum Press, New York. 445 p.
- **Bell D.T., Rokich D.P., Amcchesney C.J. and Plummer J.A., 1995**- Effects of temperature, light and gibberellic acid on the germination of seeds of 43 species native to Western Australia. Journal of Vegetative Science, 6: 797-806.
- **Bewley J.D., 1997**- Seed germination and dormancy. The Plant Cell, 9: 1055-1066
- **Bray EA, Bailey-Serres J, Weretilnyk E., 2000** - Biochemistry and Molecular mechanisms of potassium and sodium uptake in plants. American Society of Plant Physiologists, Rockville, MD, pp 1158–1249
- **Bradford K.J., 1995**- Water relations in seed germination. In: seed development and germination. Kigel J., Galili G., Marcel Dekker, pp: 351-396.
- **BENABDELI K. 2012**- Rétrospectives sur quelques espèces forestières et pré-forestières intéressantes des zones arides mais ignorées en Algérie. Séminaire International sur la préservation et le développement des espèces ligneuses des zones arides. Université de Mascara 29 et 30 mai 2012.
- **Brousse G., 1974**- Etude bibliographique sur la culture du pistachier. Polycopier INA. El Harrach. 40p.
- **Baskin J.M., Baskin C.C. and Li X., 2000**- Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds. Plant Species Biology, 15: 139-152
- **Baskin J.M. and Baskin C.C., 2004**- A classification system for seed dormancy. Seed Science Research, 14: 1-16
- **Côme D., 1993** - Apports de la recherche à l'amélioration de la qualité germinative des semences, C.R. Acad. Agric. Fr., 79, n°2, pp 35-46.
- **Côme D., 1982** - Germination (Chapitre 2), dans Croissance et développement - Physiologie Végétale II, Mazliak P., Collection Méthodes, Herman, Paris, pp 129-225.

- **Côme D., 1975** - Rôle de l'eau, de l'oxygène, et de la température dans la germination. Paris, p 27- 44.
- **CRANE, J.O & MARANTO., 1988** - Pistachio production. Co-operative Extension University of California. Division of Agriculture and natural resources, 17 (13): 383-384.
- **Champagnat P., 1980** - La greffe végétale. Pp.99-113.
- **Cheibani, A., (1996)** - Distribution, Use and Conservation of *Pistachio* in Iran. Report of a workshop: taxonomy, Distribution, conservation and uses of *Pistacia* genetic resources". 29-30 June Palermo, Italy. International Plant Genetic Resources Institute, Rome Italy , 51-56
- **Chaussat R. et Bigot C., 1980**- La multiplication végétative des plantes supérieures. Ed. Gauthier Villars. 277p
- **Chaussat, R., 1999** - Productions végétales : croissance et développement des plantes. Ed. Paris ; p. 5-16.
- **Copeland L.O. And Mcdonald M.B., 1995** - Seed Science and Technology,
- **Chraa O., 1988** – Etude des facteurs limitant la germination de *Simmondsia chinensis* Link, *Pistacia atlantica* Desf. et *Juniperus phoenicea* L : essai de production de plants en pépinières. Thèse. Ing. I.N A. Alger, 55p.
- **DUTUIT, P. ; POURRAT, Y. & IJODEMAN, V. .1991** - Stratégie d'implantation d'un système D'espèces adaptées aux conditions d'aridité du pourtour méditerranéen. L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. Eurotext. Paris.
- **Djerah A., 1991**- Contribution à l'étude de la multiplication végétative du *pistachier vrai* (*Pistacia vera*) dans la pépinière de Timgad (W. de Batna). Th. Ing. INA. El Harrach. 51p.
- **Downie B. and Bergsten U., 1991** - Separating germinable and non-Germinable seeds of eastern white pine (*Pinus strobus* L.) and white spruce (*Picea glauca* (Moench) Voss) by the IDS technique, Forest Chronicle, 67(4): 393-396

- **Delgado ME., 1994**- Effect of salt stress on growth and nitrogen fixation by pea, faba-bean, common bean and soybean plants. *Soil Biol.* Récupéré sur *Biochem.* 26: 371-376
- **Division de la vulgarisation agricole septembre 1971** - la culture de pistachier
fiche technique n°31.
- **Davies P.J., 1990** - Plant hormones and their role in plant growth and development.
Kluwer Academic, London, 1-12.
- **EVREINOFF, 1948** le pistachier, fruits d'outre mer , vol3 , n°32 pp45-51.
- **Evreinoff, 1955). Evreinoff. A (1955)** - Le Pistachier etude pomologique” In : *Jornal d’agriculture tropicale et de botanique appliquée.* Vol 2,N°7-9 , juillet-aout-septembre 1955.Pp 387-415.Evreinoff.v A Le Pistachier fruits, N°8 : 1947 .
- **Evreinoff.(1979)** - Note sur pistachier pomologie français .
- **FAO, 2006** - organisation mondiale pour l'alimentation et l'agriculture (service des statistiques)
- **Foley M.E. and Fennimore S.A., 1998** - Genetic basis for seed dormancy. *Seed Science Research*, 8: 173-182
- **Foley M.E., 2001** - Seed dormancy: an update on terminology, physiological genetics, and quantitative trait loci regulating germinability. *Weed Science*, 49: 305-317
- **Forrest, W.G., 1964** - The effect of pretreatment on germination of slash pine seed. *Res. Note No 14, Forestry Commission of New South Wales*
- **Gimeno-Gilles C., 2009**- Étude cellulaire et moléculaire de la germination chez *Medicago truncatula*. Thèse de doctorat. Université d'Angers. 174p
- **Goor, A.Y. and Barney, C.W., 1976** - Forest tree planting in arid zones (2nd Ed.).
Ronald Press, New York
- **Geneve R.L., 2003** - Impact of temperature on seed dormancy. *Hort Science*, 38: 336 341.

- **Hallage R, 1927**- Le pistachier et sa culture en Syrie. Rev. Int. Bot. Appl.,T.VII.
- **Haviland D . Beed R ;Godfrey K.& Daan K ; 2006** - A new Mealybug pests of *pistachios* and other Desiduous crops .ANR publication 8207.
- **Hopkins W.G., 2003**- Physiologie végétale 1ère édition, Edition de Boeck Université, 451p .
- **Hyde E.O.C., 1954** - The function of the hilum in some Papilionaceae in relation to the ripening of the seed and the permeability of the testa, Ann. Bot. N.S., 18, pp 241-256.
- **Heller R., 2004**- Physiologie végétale. Vol. (3) Nutrition; Edit. Dunod, Paris. 322 p.
- **Hegarty T.W. and Ross H.A., 1980**- Investigations of control mechanisms of germination under water stress. Israel Journal of Botany, 29: 83-92
- **Hilhorst H.W.M. and Karssen C.M., 1992**- Seed dormancy and germination: the role of abscisic acid and gibberellins and the importance of hormone mutants. Plant Growth Regulation, 11: 225-238.
- **Hilhorst H.W.M., 1998**- The regulation of secondary dormancy. The membrane hypothesis revisite. Seed Science Research, 8: 77-90
- **HEIT, C.E., 1967** - Propagation from seed. Part 10: Storage methods for conifer seeds. Am. Nurseryman 126 (8).
- **Itafv 2019**- l'institut technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne.
- **Jacqy, 1972b** - La création d'un verger de *pistachier*, projet d'expérimentation et de démonstration sur certaines productions fruitière , fourragère et animales.FAO 62 p+ Annexe.
- **KHELIL , A. & KELLAL, A., 1980** - Possibilités de culture et délimitation des zones à vocation Pistachier en Algérie. Fruits. Vol. 35. n 03.
- **Kellal A., 1979**- Essai de détermination des zones à vocation pistachier en Algérie. Th. Ing. INA. El Harrach.80p.
- **KRUEGER, B & FERGUSON,L., 1995**- *Pistachio* production (The Orchard),Ijiversity of Califomia, Ocland, pp: 15- 38.

- **KASKA; 1990 . Kisi&, N., 1990-** Pistachio research and developement in the near East, North Africa and southern Europe. Nut production and industry in Europe, near East and North Afiica. Rev technical series, 13: 133- 160 .
- **Kafkas, S., Perl-Treves, R., (2001)** - Morphological and molecular phylogeny of *Pistacia* species in Turkey”. Theor Appl Genet 102, 908–915 .
- **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.
- **Laurence LIVERNAIS-SAETTEL 2002-** diététicienne diplômée d'état, USDA Nutriment Database, 2002 .
- **LEMAISTRE. J, 2000** - Etudes bibliographique de pistachier pp1 2-15.
- **Lovato A. and Balboni N., 2002-** Seed vigour in Maize (*Zea mays L.*): Two-year laboratory and field test compared. Italian Journal of Agronomy, 1: 1-6.
- **Larue M., 1960-** *Le pistachier* en Iran. Fruits. Vol. 15, n°3. Pp : 139-142.
- **Laren., 1964-** Germination response of Acacia seeds to boiling. Austral. For. Res.
- **Laurie, M.V., 1974-** Méthodes de plantation forestière dans les savanes africaines. Collection FAO : Mise en valeur des forêts, Cahier No 19. FAO, Rome.
- **Morsli A, Khelifi, L & Louhibi, N., 2005-** Introduction de bourgeonnement adventif in vitro à partir d'explants de *Pistacia vera L.* Institut national agronomique E! Harrach. 5 P.
- **Morsli et al 1992** – Analyse de la floraison et de la structure sexuelle d’un peuplement de *pistachier vrai* INA el harach 75p.
- **Ma Y., Feurtado A. and Kermodé A.R., 2003-** Effect of solid matrix priming during moist chilling on dormancy breakage and germination of seeds of four fig species. New Forests, 25: 49-66.
- **Martinez-Gomez P. and Dicenta F., 2001-** Mechanisms of dormancy in seeds of peach (*Prunus persica (L.)* Batsch) cv. GF305. Scientia Horticulturae, 91: 51- 58.

- **MLIKA, 1987-** Anatomies des fleurs et évolution des bourgeons floraux en inflorescences du pistachier et l'amandier .INRA France pp343-355.
- **Michailides T.j ,Morgan D.p et & Doster M.A ,1995.** Deseases of pistachio in California . Acta Horticulture 419 :337-343.
- **Mehrnejed M.R ;2001** .the current status of pistachio pests in Iran .cahier options méditerranéennes, 56 :315-322.
- **Meyer et al. ,2004** - Botanique, biologie et physiologie végétale, Edition Maloine, Paris, Collection des sciences fondamentales, 461 p.
- **Moles AT., 2006-** Seed size and plant strategy across the whole life cycle. Oikos, 113: 91–105
- **Moore S., Bannister P. and Jameson P.E., 1994** - The effects of low temperatures on seed germination of some New Zealand species of Pittosporum. New Zealand Journal of botany, 32: 483-485
- **Nicholas J.P. et Roche-Hamon Y., 1987-** La pépinière. Technique et documentation Lavoisier. 208p.
- **Nokes J., 1986-** How to grow native plants of Texas and the Southwest, Texas Monthly Press, Austin, Texas.
- **Nivot N., 2005-** Essais de germination et de bouturage de six espèces indigènes sciaphytes du Canada. Thèse de doctorat; Université de Saint Yacinthe (Québec). 116 p.
- **Oukabli 1995** - phénologie et caractérisation pomologique de quelque variété du pistachier . milieu aride .n°7 pp 11-18.
- **Office national de météorologique (O.N.M) Mascara ; 2019** –données climatique
- **Posmyk M.M., Corbineau F., Vine1 D., Bailly C. and Come D., 2001-** Osmo conditioning reduces physiological and biochemical damage induced by chilling in soybean seeds. Physiologia Plantarum, 111: 473-482.

- **Pinfield N.J. and Gwarazimba V.E.E., 1992-** Seed dormancy in Acer: The role of abscisic acid in the regulation of seed development in Acer platanoides L. plant growth regulation, 11: 293-299
- **Prasad V.N., Gupta V.N.P. and Bajracharya D., 1983-** Alleviation of gibberellic acid and kinetin of the inhibition of seed germination in maize (Zea mays L.) under submerged conditions. Annals of Botany, 52: 649-652
- **Romero et al, 1988 Espagne 17 -19 juin 1987 - INRA France .**
- **Riedacker A., Dreyer E., Pafadnom C., Joly H. et Bory G.; 1993-** Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi arides. Groupe d'études de l'arbre. Observatoire du Sahara et du Sahel. Edit. John Libbey, Eurotex, Paris. P 466.
- **Rebour H 1968 -** fruits méditerranéens, autre que les agrumes. la maison rustique, édition librairie agricole pp 264-265.
- **Srivastava L.M., 2002-** Plant growth and development hormones and environment. Academic Press, San Diego. 772 p.
- **Serrar Mohamed, 2011 -** Le pistachier pour valoriser les zones arides.pp :1-2 .
- **Station météorologique de l'I.T.A.F.V (Tighenif).2019.**
- **Schmidt L., 2000-** Dormancy and pretreatment. In: Guide to handling of tropical and subtropical forest seed'. Danida Forest Seed Centre
- **Seeber, G. and Agpaoa, A., 1976-** Forest Tree Seeds. In Manual of Reforestation and Erosion Control for the Philippines, 473–535.German Agency for TechnicalCo-operation, Eschborn
- **USDA Nutriment Database, 2002**
- **Vora R.S., 1989-** Seed germination characteristics of selected native plants of the lower Rio Grande Valley, Texas, Journal of range management, 42(1), pp 36-40
- **Woodroof J.G .1979 -** tree net production, processing , products.vol III , 2nd Edition AVI PUB CI 712 P .

- **Young et Young., 1986-** Collecting, Processing and Germinating Seeds of Wild land Plants. Ed. Timber Press, Portland (OR); 236 p.
- **Yoshioka T., Ota H., Segawa K., Takeda Y. and Esashi Y., 1995-** Contrasted effects of CO₂ on the regulation of dormancy and germination in *Xanthium pennsylvanicum* and *Setaria faberi* seeds. *Annals of Botany*, 76: 625-630
- **Zuang .H 1988** - nouvelle espèce fruitière , édition Ctifl (centre technique interprofessionnelle des fruits et légumes).
- **ZOHARY 1952** - amonographical study of the genus pistacia .palestine journal bot j.séries ,5pp :187-228.

Sites web consultés

Site web 1 : Consulté le mai 05, 2019 : Le pistachier pour valoriser les zones arides.pp :1-2 ag.info.omafra@ontario.ca

Site Web 2 : Consulté le 07mai, 2019 www.itafv.dz

Site Web 3 : Consulté le04 mai, 2019 [www. itafv Tessala El Merdja-Birtouta .dz](http://www.itafv.TessalaElMerdja-Birtouta.dz)

Site Web 4 : Consulté le 23 mai , 2019 www.vulgarisationagriculture Maroc

Site Web 5 : Consulté le 04 janvier, 2019 AgriMADR.com

Site web 6 : Consulté le 20 février, 2019 <https://fr.statista.com/statistiques>

Site web 7 : (S.D) . Consulté le mai 04, 2019, sur fruitiers-rare.info: <http://www.fruitiers-rares.info/articles1a6/article1-greffe-Pistachier-sur-especes-sauvages-Pistacia-vera.html> Site

site Web9 :. (S.D.). Consulté le mai 2, 2019, sur Greffer.net; Greffage & autres multiplications végétatives; pistachier (*Pistacia*): <http://www.greffer.net/?p=351>.

Site web 10 :. Consulté le avril 15, 2019, sur plandejardin; La stratification des graines : <http://plandejardin-jardinbiologique.com/stratification-des-graines.html>

Annexes

Annexe 01

Tableau 01 : La longueur des tiges (18/04/2019)

| <i>Source des variations</i> | <i>Somme des carrés</i> | <i>Degré de liberté</i> | <i>Moyenne des carrés</i> | <i>F</i> | <i>Probabilité</i> | <i>Valeur critique pour F</i> |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|------------|--------------------|-------------------------------|
| Échantillon | 61,11160714 | 1 | 61,11160714 | 10,277027 | 0,002397247 | 4,042652129 |
| Colonnes | 64,44196429 | 3 | 21,48065476 | 3,61236236 | 0,019698614 | 2,798060635 |
| Interaction | 8,90625 | 3 | 2,96875 | 0,49924925 | 0,684569298 | 2,798060635 |
| A l'intérieur du groupe | 285,4285714 | 48 | 5,946428571 | | | |
| Total | 419,8883929 | 55 | | | | |

Tableau 02 : nombre des feuilles (18/04/2019)

| <i>Source des variations</i> | <i>Somme des carrés</i> | <i>Degré de liberté</i> | <i>Moyenne des carrés</i> | <i>F</i> | <i>Probabilité</i> | <i>Valeur critique pour F</i> |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|------------|--------------------|-------------------------------|
| Échantillon | 11,16071429 | 1 | 11,16071429 | 2,31481481 | 0,134707533 | 4,042652129 |
| Colonnes | 67,48214286 | 3 | 22,49404762 | 4,6654321 | 0,00611409 | 2,798060635 |
| Interaction | 26,05357143 | 3 | 8,68452381 | 1,80123457 | 0,159558535 | 2,798060635 |
| A l'intérieur du groupe | 231,4285714 | 48 | 4,821428571 | | | |
| Total | 336,125 | 55 | | | | |

Annexe 02

Tableau 03 : La longueur des tiges (25/04/2019)

| <i>Source des variations</i> | <i>Somme des carrés</i> | <i>Degré de liberté</i> | <i>Moyenne des carrés</i> | <i>F</i> | <i>Probabilité</i> | <i>Valeur critique pour F</i> |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------|--------------------|-------------------------------|
| Échantillon | 16,61160714 | 1 | 16,61160714 | 1,472108664 | 0,23095028 | 4,042652129 |
| Colonnes | 118,40625 | 3 | 39,46875 | 3,497692206 | 0,02243045 | 2,798060635 |
| Interaction | 10,47767857 | 3 | 3,492559524 | 0,30950811 | 0,8183906 | 2,798060635 |
| A l'intérieur du groupe | 541,6428571 | 48 | 11,28422619 | | | |

| | | | | | | |
|-------|-------------|----|--|--|--|--|
| Total | 687,1383929 | 55 | | | | |
|-------|-------------|----|--|--|--|--|

Tableau 04 : nombre des feuilles (25/04/2019)

| <i>Source des variations</i> | <i>Somme des carrés</i> | <i>Degré de liberté</i> | <i>Moyenne des carrés</i> | <i>F</i> | <i>Probabilité</i> | <i>Valeur critique pour F</i> |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------|--------------------|-------------------------------|
| Échantillon | 7,142857143 | 1 | 7,142857143 | 1,111111111 | 0,29711776 | 4,042652129 |
| Colonnes | 5,357142857 | 3 | 1,785714286 | 0,277777778 | 0,84115003 | 2,798060635 |
| Interaction | 4,857142857 | 3 | 1,619047619 | 0,251851852 | 0,85962624 | 2,798060635 |
| A l'intérieur du groupe | 308,5714286 | 48 | 6,428571429 | | | |
| Total | 325,9285714 | 55 | | | | |

Annexe 03

Tableau 05 : La longueur des tiges (02/05/2019)

| <i>Source des variations</i> | <i>Somme des carrés</i> | <i>Degré de liberté</i> | <i>Moyenne des carrés</i> | <i>F</i> | <i>Probabilité</i> | <i>Valeur critique pour F</i> |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------|--------------------|-------------------------------|
| Échantillon | 292,5714286 | 1 | 292,5714286 | 28,96405421 | 2,17146E-06 | 4,042652129 |
| Colonnes | 96,21428571 | 3 | 32,07142857 | 3,175014732 | 0,032403148 | 2,798060635 |
| Interaction | 2,285714286 | 3 | 0,761904762 | 0,075427225 | 0,972933702 | 2,798060635 |
| A l'intérieur du groupe | 484,8571429 | 48 | 10,10119048 | | | |
| Total | 875,9285714 | 55 | | | | |

Tableau 06 : nombre des feuilles (02/05/2019)

| <i>Source des variations</i> | <i>Somme des carrés</i> | <i>Degré de liberté</i> | <i>Moyenne des carrés</i> | <i>F</i> | <i>Probabilité</i> | <i>Valeur critique pour F</i> |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------|--------------------|-------------------------------|
| Échantillon | 185,7857143 | 1 | 185,7857143 | 25,83774834 | 6,07119E-06 | 4,042652129 |
| Colonnes | 57,35714286 | 3 | 19,11904762 | 2,658940397 | 0,058736918 | 2,798060635 |
| Interaction | 7,071428571 | 3 | 2,357142857 | 0,32781457 | 0,805234448 | 2,798060635 |
| A l'intérieur du groupe | 345,1428571 | 48 | 7,19047619 | | | |
| Total | 595,3571429 | 55 | | | | |

Annexe 04

Tableau 07 : La longueur des tiges (09/05/2019)

| <i>Source des variations</i> | <i>Somme des carrés</i> | <i>Degré de liberté</i> | <i>Moyenne des carrés</i> | <i>F</i> | <i>Probabilité</i> | <i>Valeur critique pour F</i> |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------|--------------------|-------------------------------|
| Échantillon | 320,6428571 | 1 | 320,6428571 | 32,27561414 | 7,66635E-07 | 4,042652129 |
| Colonnes | 52,35714286 | 3 | 17,45238095 | 1,756740563 | 0,168053238 | 2,798060635 |
| Interaction | 26,07142857 | 3 | 8,69047619 | 0,874775315 | 0,460765607 | 2,798060635 |
| A l'intérieur du groupe | 476,8571429 | 48 | 9,93452381 | | | |
| Total | 875,9285714 | 55 | | | | |

Tableau 08 : nombre des feuilles (09/05/2019)

| <i>Source des variations</i> | <i>Somme des carrés</i> | <i>Degré de liberté</i> | <i>Moyenne des carrés</i> | <i>F</i> | <i>Probabilité</i> | <i>Valeur critique pour F</i> |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------|--------------------|-------------------------------|
| Échantillon | 144,6428571 | 1 | 144,6428571 | 35,73529412 | 2,70988E-07 | 4,042652129 |
| Colonnes | 2,5 | 3 | 0,833333333 | 0,205882353 | 0,891830188 | 2,798060635 |
| Interaction | 43,07142857 | 3 | 14,35714286 | 3,547058824 | 0,02120957 | 2,798060635 |
| A l'intérieur du groupe | 194,2857143 | 48 | 4,047619048 | | | |
| Total | 384,5 | 55 | | | | |

Annexe 05

Tableau 09 : La longueur des tiges (16/05/2019)

| <i>Source des variations</i> | <i>Somme des carrés</i> | <i>Degré de liberté</i> | <i>Moyenne des carrés</i> | <i>F</i> | <i>Probabilité</i> | <i>Valeur critique pour F</i> |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------|--------------------|-------------------------------|
| Échantillon | 168,0178571 | 1 | 168,0178571 | 13,90492611 | 0,000507663 | 4,042652129 |
| Colonnes | 27,19642857 | 3 | 9,06547619 | 0,750246305 | 0,5275906 | 2,798060635 |
| Interaction | 38,625 | 3 | 12,875 | 1,065517241 | 0,372544122 | 2,798060635 |
| A l'intérieur du groupe | 580 | 48 | 12,08333333 | | | |
| Total | 813,8392857 | 55 | | | | |

Tableau 10 : nombre des feuilles (16/05/2019)

| <i>Source des variations</i> | <i>Somme des carrés</i> | <i>Degré de liberté</i> | <i>Moyenne des carrés</i> | <i>F</i> | <i>Probabilité</i> | <i>Valeur critique pour F</i> |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------|--------------------|-------------------------------|
| Échantillon | 5,785714286 | 1 | 5,785714286 | 0,907563025 | 0,345534727 | 4,042652129 |
| Colonnes | 22,5 | 3 | 7,5 | 1,176470588 | 0,328542283 | 2,798060635 |
| Interaction | 28,21428571 | 3 | 9,404761905 | 1,475256769 | 0,233078104 | 2,798060635 |
| A l'intérieur du groupe | 306 | 48 | 6,375 | | | |
| Total | 362,5 | 55 | | | | |

Annexe 06

Tableau 11 : La longueur des tiges (23/05/2019)

| <i>Source des variations</i> | <i>Somme des carrés</i> | <i>Degré de liberté</i> | <i>Moyenne des carrés</i> | <i>F</i> | <i>Probabilité</i> | <i>Valeur critique pour F</i> |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------|--------------------|-------------------------------|
| Échantillon | 141,4464286 | 1 | 141,4464286 | 16,62911127 | 0,000170239 | 4,042652129 |
| Colonnes | 91,48214286 | 3 | 30,49404762 | 3,585024493 | 0,020317212 | 2,798060635 |
| Interaction | 59,33928571 | 3 | 19,7797619 | 2,325402379 | 0,086557469 | 2,798060635 |
| A l'intérieur du groupe | 408,2857143 | 48 | 8,505952381 | | | |
| Total | 700,5535714 | 55 | | | | |

Tableau 12 : nombre des feuilles (23/05/2019)

| <i>Source des variations</i> | <i>Somme des carrés</i> | <i>Degré de liberté</i> | <i>Moyenne des carrés</i> | <i>F</i> | <i>Probabilité</i> | <i>Valeur critique pour F</i> |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------|--------------------|-------------------------------|
| Échantillon | 7,142857143 | 1 | 7,142857143 | 0,530973451 | 0,469738306 | 4,042652129 |
| Colonnes | 103,7142857 | 3 | 34,57142857 | 2,569911504 | 0,065128333 | 2,798060635 |
| Interaction | 80,85714286 | 3 | 26,95238095 | 2,003539823 | 0,126005868 | 2,798060635 |
| A l'intérieur du groupe | 645,7142857 | 48 | 13,45238095 | | | |
| Total | 837,4285714 | 55 | | | | |