

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
**UNIVERSITÉ de TLEMCEM**  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre  
et de l'Univers  
Département des Ressources Forestières



## MÉMOIRE

Présenté par

**BENIKHLEF Abderrazek**

**En vue de l'obtention du Diplôme de MASTER en Foresterie  
Option: Aménagement et gestion des forêts**

### Thème

**Étude comparative de l'effet de la profondeur du semis  
sur le comportement morphologique de deux variétés  
de *Pistacia vera* L (Batouri et Achouri)**

Soutenu le 15 juillet 2021 devant le jury composé de :

Président	M. DEHANE Belkheir	Prof.	Université de Tlemcen
Encadreur	M. BENMAHIOUL Benamar	Prof.	Université de Tlemcen
Examineur	M. KHOLKHAL Djamel	MAA	Université de Tlemcen

*Année universitaire 2020/2021*



## REMERCIEMENTS

A l'issue de ce mémoire, je remercie avant tout DIEU, tout puissant, de m'avoir donné volonté, courage et patience pour enfin arriver à mon but.

Je tiens d'abord à remercier mon encadreur Mr. BENMAHIOUL Benamar, Professeur à l'Université de Tlemcen et lui exprimer toute ma gratitude et ma reconnaissance pour son aide, sa sympathie et son sérieux dans le travail.

J'adresse mes sincères remerciements à Monsieur le professeur DEHANE Belkheir et Monsieur KHOLKHAL Djamel, maître assistant classe A au département des Ressources Forestières.

Le chef de département des Ressources Forestières de l'Université de Tlemcen.

Mes sincères remerciements vont aussi à l'ensemble des enseignants du département des Ressources Forestières de l'Université de Tlemcen.

Mes sincères remerciements vont également au Directeur de ITAFV ainsi Mr ADALA ingénieur en même institut.

Mes sincères remerciements vont également au Directeur de la ferme BELAIDOUNI Mohammed.



## المخلص

دراسة مقارنة لتأثير عمق البذر على السلوك المورفولوجي لنوعين من صنف الفستق الحلبي عاشوري وباتوري

تعتبر شجرة الفستق من الأشجار ذات الأهمية الاقتصادية كما أن ثمارها ذات قيمة غذائية عالية الجودة تعطي شجرة الفستق الحلبي مردودا جيدا للمزارعين مقارنة مع المحاصيل الأخرى كما أنها تتحمل الظروف القاسية من جفاف وحرارة عالية.

شجرة الفستق الحلبي ثنائية المسكن وأزهارها وحيدة الجنس إما مذكرة أو مؤنثة لديها خصائص بيولوجية تتماشى مع الظروف المناخية.

و مع ذلك لديها متطلبات بيئية لنجاح انتشارها, هذه الدراسة التي نقوم بها تتمحور حول تأثير العمق لزراعة البذور على سلوك الإنبات لصنفي الفستق الحلبي عاشوري وباتوري حيث اتضح بعد التجربة المتواضعة أن العمق الذي أعطى نتائج أحسن هو عمق 2 سم لصنف باتوري أما سرعة الإنبات فكانت مرتفعة عند صنف عاشوري .

### الكلمات المفتاحية :

الفستق الحلبي، عاشوري، باتوري، الإنبات



## **Résumé**

Le pistachier vrai L est considéré comme l'un des arbres d'importance économique et ses fruits ont une valeur nutritionnelle élevée. Le pistachier vrai donne un bon rendement aux agriculteurs par rapport aux autres cultures, car il supporte des conditions difficiles de sécheresse et de chaleur élevée.

Le pistachier vrai est dioïque et ses fleurs unisexuées sont soit masculines, soit féminines et présentent des caractéristiques biologiques en adéquation avec les conditions climatiques.

Cependant, il a des exigences environnementales pour le succès de sa propagation. Cette étude que nous menons s'articule autour de l'effet de semis de la profondeur sur le comportement germinatif de deux variétés de pistachier vrai Achouri et Batouri, où d'après notre modeste expérience ; la profondeur qui a donné de meilleurs résultats est la profondeur de 2 cm chez la variété Batouri et la vitesse de germination est élevée chez la variété achouri

**Mots clés** : Pistachier vrai, Achouri, Batouri, germination



## **Abstract**

### **Comparative study of the effect of sowing depth on the morphological behavior of two varieties of Pistacia vera L (Batouri and Achouri)**

The pistachio tree is considered one of the trees of economic importance, and its fruits are of high nutritional value. The pistachio tree gives a good return for farmers compared to other crops, as it bears harsh conditions of drought, heat and high.

The pistachio tree is dioeciously and its single-sex flowers are either masculine or feminine and have biological characteristics in line with the climatic conditions.

However, it has environmental requirements for the success of its spread.

This study, which we are conducting, centers on the effect of depth for planting seeds on the germination behavior of the pistachio varieties Achouri and Batouri. After the humble experiment, it became that gave better results is a depth of 2 cm of Batouri, and the germination rate is high in Achouri cultivar.

***Key words*** : Pistachio, Achouri, Batouri, Germination,



## *Liste des abréviations*

<i>al</i>	et collaborateurs
c°	degré Celsius
cm	centimètre
j	jour
mm	millimètre
%	pourcentage
<b>FAO</b>	organisation mondiale pour l'alimentation et l'agriculture
<b>ACSAD</b>	centre arabe des études des zones arides
<b>ITAFV</b>	institut technique des arbres fruitiers et de la vigne
<b>kg</b>	kilogramme
<b>ISSR</b>	autorité générale de la recherche scientifique agronomique Syrienne



## *Liste des tableaux*

<b>Tableau1.</b>	Evolution de la production de pistaches par pays en tonnes(source FAO ;Benmahiou,2009)	<b>5</b>
<b>Tableau2.</b>	Composition en nutriments dans 100 g de pistaches ISSR, 2007	<b>6</b>
<b>Tableau3.</b>	Cycles biologique du pistachier vrai en Syrie (ASCAD, 1998 )	<b>16</b>
<b>Tableau4.</b>	Classification botanique du pistachier fruitier (ASCAD, 1998)	<b>16</b>
<b>Tableau5.</b>	Caractéristiques des principales variétés du pistachier Zuang et al 1988 )	<b>19</b>
<b>Tableau6.</b>	Composition du sol de la station ITAFV Ain T'émouchent....	<b>47</b>
<b>Tableau7.</b>	Variation du temps moyen de la levée et la durée de vie latence de deux variétés achouri, batouri en fonction de la profondeur	<b>52</b>
<b>Tableau8.</b>	Effet de la profondeur de semis sur la croissance en hauteur des tiges (en mm) de deux variétés de pistachier vrai achouri et batouri	<b>54</b>



## *Liste des figures*

<b>Figure1.</b>	distribution géographique actuelle des espèces du genre pistaciaL (d'après Al-Saghirinerdit ,modifiée par M.Rousou 2018)	8
<b>Figure2.</b>	feuille composee de 5 foioles( prise de verger d'Elfhoul –Tlemcen 2017)	9
<b>Figure3.</b>	Fleur mâle et fleur femelle (Boualeme ,2015 )	10
<b>Figure4.</b>	Les différentes parties de la paroi du fruit (le péricarpe) de pistachier(Rousou M,2018)	10
<b>Figure 5</b>	Graines de pistachier batouri	11
<b>Figure6.</b>	Tige de pistachier fruitier âgé de 41 ans (prise de verger d'El fhoul-Tlemcen 2017)	11
<b>Figure7.</b>	Emplacement des arbres mâles et femelles dans le verger de pistachier ( ASCAD ,1998 ) Les différents facteurs impliqués dans la qualité germinative des semences d'après (Côme;1993)	13
<b>Figure8.</b>	Organigramme des espèces et variétés du pistachier vrai (Boualeme,2015)	18
<b>Figure9.</b>	Carte des zones potentielles à la culture du pistachier vrai en Algérie (Morsli <i>et al</i> ; 2001)	21
<b>Figure10.</b>	Quelques insectes ravageurs de pistachier vrai et leurs dégâts	24
<b>Figure11.</b>	Écussonnage chez le pistachier vrai (station ITAF Tighenif)	30
<b>Figure12.</b>	Origine de diverses structures constitutives des semences (d'après Côme, 1970)	32
<b>Figure13.</b>	Les différents facteurs impliqués dans la qualité germinative des semences d'après (Côme, 1993)	38
<b>Figure14.</b>	Germination hypogée du haricot (A) et germination épigée (B) (Richard ,2015)	39
<b>Figure15.</b>	Courbe théorique d'imbibition d'une semence (d'après Côme, 1982)	41
<b>Figure16.</b>	Les différents facteurs impliqués dans la qualité germinative des semences d'après (Côme, 1993)	44





<b>Figure17.</b>	Graines de pistachier vrai	46
<b>Figure18.</b>	Profondeur de semis	48
<b>Figure 19</b>	Taux de germination en fonction de la profondeur de semis des graines de deux variétés de pistachier vrai (achouri et batouri)	51
<b>Figure 20</b>	Cinétique de la levée des graines de la variété achouri en fonction de la profondeur	53
<b>Figure 21</b>	Cinétique de la levée des graines de la variété batouri en fonction de la profondeur	53
<b>Figure 22</b>	Effet de la profondeur de semis sur la croissance en hauteur de deux variétés de pistachier vrai (achouri et batouri)	55
<b>Figure 23</b>	Effet de la profondeur de semis sur le nombre moyen de feuilles par plant de deux variétés de pistachier vrai (achouri et batouri )	56
<b>Figure 24</b>	Aspect qualitative des plants de pistacia vera produits à différentes profondeurs :2,4 et 6 cm	57



## SOMMAIRE

Remerciements .....	i
Résumé.....	iii
Abstract.....	iv
Liste des abréviations .....	v
Sommaire .....	viii
Introduction Générale.....	1

### PARTIE I - SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1 Généralités sur le pistachier vrai.....	4
1.1 Importance de la culture du pistachier vrai.....	4
1.1.1 Importance économique .....	4
1.1.2 Importance nutritionnel.....	5
1.1.3 Intérêt médical des pistaches .....	6
1.2 Origines et répartitions.....	7
2 Caractéristiques du pistachier vrai .....	8
2.1 L'aspect de l'arbre.....	8
2.2 Pollinisation et fécondation.....	12
2.3 Les stades phénologiques du pistachier fruitier : .....	13
2.4 Croissance des fruits après fécondation .....	14
3 Classification botanique.....	16
4 Les différentes espèces du genre <i>Pistacia</i> : .....	17
4.1 les principales variétés du pistachier cultivées .....	18
5 Les exigences pédoclimatiques : .....	20
6 Maladies et ravageurs du pistachier vrai : .....	22
7 Techniques de culture du pistachier : .....	25
8 Mode de reproduction de <i>Pistacia vera</i> : .....	26
8.1 La multiplication sexuée : .....	27
8.2 La reproduction végétative : .....	28
8.3 La multiplication par culture <i>in vitro</i> .....	29
9 Les techniques de greffage.....	29
10 La germination .....	31



1.1 Améliorations artificielles de certaines graines .....	35
1.2 Les facteurs de germination .....	36
1.2.1 Les facteurs génétiques .....	37
1.2.2 Les facteurs avant récolte .....	37
1.2.3 Les facteurs de récolte .....	37
1.2.4 Les facteurs après récolte .....	37
1.2.5 Les types de germination .....	38
1.3 Le processus de la germination.....	40
1.3.1 Les conditions de la germination .....	40
1.4 Mesures de la germination .....	43
1.5 Conclusion de la synthèse bibliographique .....	45

## PARTIE II - ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

1. MATÉRIEL & MÉTHODES .....	46
1.1 Matériel végétal.....	46
1.2 Méthodes expérimentales .....	47
1.2.1 Préparation du matériel végétal .....	47
1.2.2 Substrats utilisé .....	47
1.2.3 Semis .....	48
1.3 Méthode suivi de mise en oeuvre.....	49
1.4 Mesures des paramètres biométriques :.....	49
2 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS .....	51
2.1 Levée de semis .....	51
2.1.1 Effet de la profondeur sur le taux de levée: .....	51
2.1.2 Effet de la profondeur sur le temps de latence et le temps moyen de levée.....	52
2.1.3 Effet de la profondeur sur la croissance .....	54
2.1.4 Nombre de feuilles par tige .....	56
3. DISCUSSION DES RÉSULTATS .....	58
3.1. Effet de la profondeur sur la levée .....	58
3.2. Effet de la profondeur sur la croissance de semis .....	58
CONCLUSION GÉNÉRALE ET PERSPECTIVES .....	61
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	63





# **INTRODUCTION GÉNÉRALE**



### Introduction générale

Le pistachier vrai est une espèce fruitière rustique, dioïque, appartenant à la famille des Anacardiaceae. Il est cultivé dans les régions arides et semi-arides du monde et il s'adapte aux conditions des milieux les plus défavorables. Son origine est difficile à préciser (Evreïnoff, 1948), car sa culture est très ancienne dans les pays chauds de l'Asie occidentale. Cet arbre de 3 à 4 m de hauteur en moyenne, il se trouve jusqu'à 7 m, compte souvent 2 à 3 troncs, de longévité souvent 400 ans (Evreïnoff, 1948). Il est considéré comme arbre d'une grande importance économique ; ses fruits très riches en éléments nutritifs, sont utilisés en industrie alimentaire. Le développement de la culture du pistachier fruitier joue un rôle multiple pour son impact dans la réhabilitation des terres à faible productivité agricole, protection des terres contre l'érosion et peut être utilisé en pâturage (Hadj brahim *et al*, 1998). Cette essence peut résoudre le problème des sols salins dans les régions sud du pays ; elle est dotée d'une très forte résistance aux conditions extrêmes telles que les longues sécheresses estivales (Krueger et Ferguson, 1995 in Dahou et Hassad, 2019).

Selon les rapports de la FAO, la production mondiale de pistaches a enregistré une énorme augmentation entre les années 1969 et 2008.

En Algérie, le pistachier fruitier se trouve principalement à l'ouest dans la région de Tlemcen, Saida, Sidi Bel Abbés et à l'est dans la région de Batna, Khenchla , Sétif et Tébessa (Benmahioul , 2009).

Malgré son importance économique et écologique et les conditions pédoclimatiques favorables que possède l'Algérie, la culture du pistachier fruitier reste limitée et son extension est assurée par le biais de l'ITAFV et à l'aide des



techniques d'ACSAD (Boualem, 2015). La production est extrêmement tardive et n'a lieu que vers la huitième année de la plantation (Benmahioul, 2009). Ce dernier facteur ainsi que la non maîtrise des techniques de production de plants, découragent les agriculteurs à investir dans la culture de cette espèce (Benmahioul, 2009). La multiplication de *Pistacia vera* L est très délicate. Elle se fait généralement par greffe à oeil poussant (début d'été) et à oeil dormant (fin été).

Ce modeste travail de master, traite principalement l'effet de la profondeur de semis sur le comportement germinatif des graines des deux variétés de pistachier vrai (achouri et batouri). Les résultats attendus peuvent contribuer à l'amélioration des techniques de production des plants chez cette espèce fruitière.



**PARTIE I**  
**SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE**





## **1 Généralités sur le pistachier vrai**

### **1.1 Importance de la culture du pistachier vrai**

#### **1.1.1 Importance économique**

Le pistachier vrai a une grande importance économique et écologique. C'est une espèce ligneuse cultivée principalement pour la production fruitière. Elle sert à valoriser les terres fragiles et son bois est très recherché pour sa dureté et ses caractéristiques techniques et esthétiques.

La production de pistaches contribue à l'augmentation de l'économie nationale de plusieurs pays tels que l'Iran (50%), les États unis (18.5%), la Turquie et la Syrie (11.5%) de production mondiale (FAO, 2006).

La Tunisie a développé et modernisé la culture du pistachier fruitier et la surface cultivée a augmenté de 4400 ha en 1980 à 23000 ha en 2007 (Benmahioul, 2009).

La production américaine a connaît une augmentation, notamment en Californie qui est de l'ordre de 110000 tonnes de graines en 2007, grâce à des cultures modernes récentes, par l'irrigation, à base de la variété (Kerman) à gros fruits et chair jaunâtre originaire d'Iran, de ce fait, les USA deviennent rapidement le deuxième pays producteur de pistaches dans le monde (Tableau 1) (Benmahioul, 2009)



Tableau 1. Evolution de la production de pistaches par pays en tonne (Source FAO 2008)

Pays	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2007
<b>Iran</b>	23000	104657	162831	238778	112000	229657	230000
<b>Etats-Unis</b>	12247	12290	54430	67130	110220	128367	110000
<b>Turquie</b>	7500	35000	14000	36000	75000	60000	78409
<b>Chine</b>	18000	19000	22000	25000	22000	34000	38000
<b>Syrie</b>	7814	12028	13000	14538	39923	25000	29000
<b>Grèce</b>	2514	4067	3439	5591	9536	9365	9000
<b>Italie</b>	1560	2000	200	2200	2768	2719	2000
<b>Afghanistan</b>	3200	2200	2000	2400	2800	2457	3000
<b>Tunisie</b>	50	120	600	900	1600	1000	800
<b>Pakistan</b>	90	222	250	200	209	597	600
<b>Madagascar</b>	-	-	250	260	230	210	210
<b>Ouzbékistan</b>	-	-	-	150	200	300	240
<b>Côte d'ivoire</b>	-	-	-	-	100	100	-
<b>Kirghizistan</b>	-	-	-	-	100	100	100
<b>Maroc</b>	-	-	50	50	50	50	50
<b>Jordanie</b>	51	30	-	-	-	-	-
<b>Chypre</b>	3	10	20	30	15	15	20
<b>Mexique</b>	-	13	-	15	31	26	5
<b>Maurice</b>	-	-	10	15	5	5	5
<b>Monde</b>	76029	191637	273080	393257	376787	493979	501451

### 1.1.2 Importance nutritionnel

Les pistaches comme les autres fruits contiennent 60% d'huile, 22% de protéines en plus de sucre et des éléments minéraux, c'est une valeur nutritionnelle considérable (Tableau 2).



**Tableau 2** : Composition en nutriments dans 100 g de pistaches (ISSR, 2007)

<i>Nutriments</i>	<i>Quantité dans 100g</i>	<i>Nutriments</i>	<i>Quantité dans 100g</i>
Calcium	<b>0.14</b>	Protéines	<b>22.9</b>
Potassium	<b>1.06</b>	Phosphore	<b>0.59</b>
Huile	<b>54.43</b>	Magnésium	<b>0.18</b>
Cellulose	<b>1.78</b>	Sucres	<b>7.18</b>
Humidité	<b>8.82</b>	Cendres	<b>3.38</b>

### 1.1.3 Intérêt médical des pistaches

De nombreuses études ont examiné la relation entre la consommation de fruits oléagineux et l'incidence des maladies cardiovasculaires, toutes ont trouvé un effet bénéfique, et cela est dû principalement à la teneur de la matière grasse, aussi les acides gras mono-insaturés ont un effet reconnu sur la réduction du cholestérol total et LDL(mauvais cholestérol)

Certains médecins préconisent la résine extraite du pistachier lentisque contre les infections pulmonaires, urinaires, et douleurs de l'estomac. En Algérie, on utilise les racines moulues et mélangées avec de l'huile contre la toux infantile, en Iran, ils utilisent les téguments des pistaches contre les diarrhées excessives (Boualem, 2015).



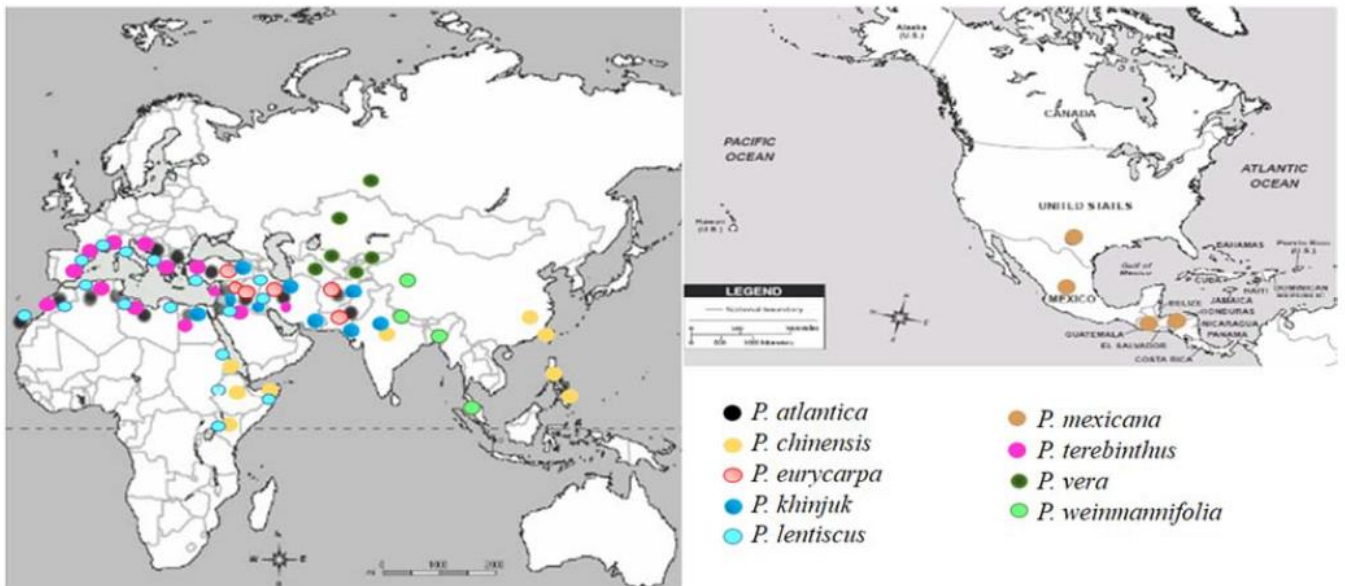
### 1.2 Origine et répartition

La culture du pistachier vrai est très ancienne, 10 siècles avant l'ère chrétienne les perses ont pratiqué cette culture (Evreinoff, 1948). L'origine de cette espèce est probablement située entre le proche-orient, le Moyen-Orient et l'Asie centrale, le nord-ouest indien, l'Afghanistan, le Tadjikistan et l'Ouzbékistan, puis que le pistachier vrai est la seule espèce du genre *Pistacia* qui donne des fruits comestibles. Sa culture a été développée et introduite à travers plusieurs pays, dont le climat aide à son propagation et l'aire actuelle de distribution du pistachier s'étend de l'est à l'ouest dans un couloir compris entre des latitudes similaires au centre des continents avec une présence vers la corne Africaine.

C'est à partir de son introduction en Italie pour la première fois, que les plantations se créent dans l'empire romain, France, Grèce, Afrique du nord aux états unis, l'importation du pistachier est relativement récente (1853), il est développé qu'à partir d'une seconde introduction en provenance de France, en 1876, un peu en Californie, en Arizona et au Texas (Lemaistre, 2000 ;Boualeme ,2015).

A partir des peuplements des régions désertiques en Turkestan, des monts de Kopet Dagh au Turkménistan où existent encore des forêts de pistachier à l'état spontané, que les agriculteurs au cours des siècles ont pu sélectionné des variétés donnant des fruits de qualité de point de vue grosseur, parfum, déhiscence de la coque, productivité et adaptées à différentes régions du globe (Figure 1) (Crossa Raynaud et Germain, 1982 ; Boutboul, 1989 ).





**Figure 1** : Distribution géographique actuelle des espèces du genre *Pistacia* (d'après Al-Saghirinerdit, modifiée par Rousou, 2018).

## 2 Caractéristiques du pistachier vrai

Le genre *Pistacia* comprend 04 sections et 11 variétés dont *Pistacia vera* est la seule espèce produisant des fruits comestibles (Zohary, 1952).

### 2.1 L'aspect de l'arbre

Le pistachier cultivé est un petit arbre de 3 à 5 mètres de hauteur en moyenne, peut atteindre 7 mètres, le port est érigé chez le mâle, retombant chez la femelle, le tronc est court grisâtre, composé souvent de 2 à 3 troncs, (Evreinoff, 1948), l'écorce des branches est blanchâtre, l'espèce est dioïque.

*Les feuilles* : sont pennées, alternées composées de 3 à 5 folioles (Figure 2), parfois 7, de forme ovale orbiculaires, de grandeur variable (10 cm de long en moyenne) rarement une seule, caduques, coriaces, leurs faces supérieures sont vertes brillantes, résistantes à la sécheresse, les feuilles des arbres mâles sont moins volumineux et les nouvelles excroissances sont de couleur rouge plus foncée que celles des arbres femelles (ISSR, 2007)



**Figure 2.** Feuille composée de 5 folioles (prise du verger d'El Fhoul - Tlemcen 2017)



*Les organes floraux* : L'inflorescence mâle est une grappe, composée de 450 à 500 fleurs (ISSR, 2007) ; l'inflorescence femelle est de forme conique composée de 190 à 260 fleurs groupées en grappe, elle est plus longue que celle du mâle (Benmahioul, 2009). La fleur s'installe sur la branche de l'année, les bourgeons floraux sont transformés de la forme végétative en forme florale l'été passé pour s'ouvrir, et apparaissent que se sont portés sur des pousses de l'année passée, l'inflorescence mâle est portée sur des petites pousses à côté du bois de l'année passée.

La fleur est unisexuée, la fleur mâle (Figure 3) est apétale composée d'un calice de 3 à 5 bractées membraneuses et un androcée ayant le plus souvent 5 étamines opposées, le nombre des étamines varie de 4 à 8, le centre de la fleur est occupée par une ébauche de gynécée, l'étamine est composée d'un filet mince et court et un anthère de 2 loges séparés par un connectif, le grain de pollen est rond, lisse de couleur jaune et présente 4 pores germinatifs (Presson et Louveaux, 1984 ; Benmahioul, 2009).

La fleur femelle (Figure 3) a un calice de 3 à 5 bractées membraneuses et inégales, entourent un gynécée formé d'un ovaire à 3 carpelles soudées, sans cloison intercalaire renferme une seule ovule anatrophe, le stigmate est volumineux, les fleurs mâles apparaissent généralement avant les fleurs femelles, par fois en même temps.



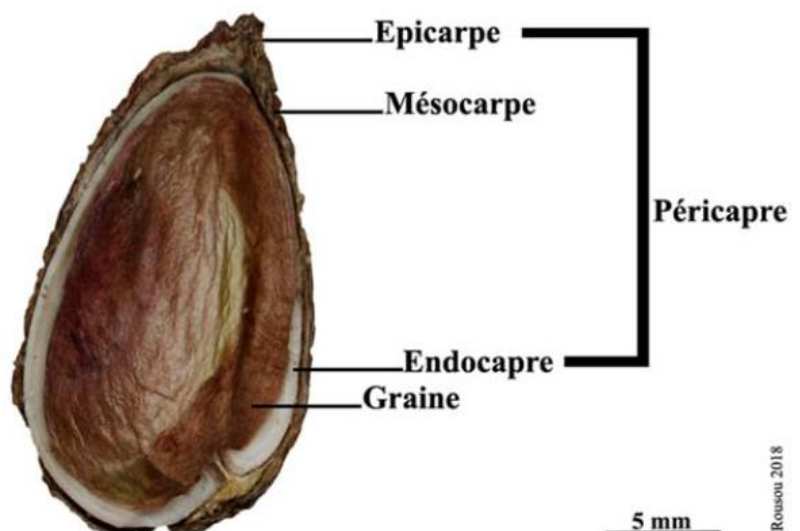


Fleur mâle

Fleur femelle

**Figure 3** : Fleurs mâle et femelle (Boualeme, 2015)

*Le fruit* : la pistache est une drupe sèche, monosperme, ovoïde ou sphérique généralement déhiscente , de taille de 0.8 cm à 2.3 cm de long et de cm 0.6 à 1.2 cm de large , le pistache s’ouvre à maturité en deux valves avec des cotylédons généralement verts clairs, parfois jaunâtre ou rose, le poids d’une pistache est de 0.61 grammes , l’amandon et la coque ont 50% chacune du poids total du fruit ,la dupe comprend de l’extérieur vers l’intérieur : le mésocarpe , l’endocarpe (Figure 4) ou coque dure, lisse, peu épaisse, souvent fendue et entrouverte (Evreïnoff, 1948), l’amandon c’est la partie comestible du fruit ( pistache), ces deux cotylédons à chair jaunâtre ou verte, sont enveloppées par un tégument (Figure 5) de couleur brun tachée de rouge autour du hile (Boutboul, 1986).



**Figure 4** : Les différentes parties de la paroi du fruit (le péricarpe) de pistachier ( Rousou M,2018)

Rousou 2018





**Figure 5 :** Graines du pistachier Batouri ( Boualem, 2017)

*La tige* (Figure 6) : Elle est toujours noueuse, tordue, irrégulière, de 2 à 3 troncs, ramifiées à 40 cm jusqu'à 1 mètre, l'augmentation en diamètre est lente qui atteint 60cm en 300 ans.



**Figure 6.** Tige de pistachier fruitier âgée de 41 ans (El Fehoul 2017)





*Racines* : Le système racinaire du pistachier est très puissant, pivotant qui peut atteindre une 7 m de profondeur et des racines latérales de longueur de 5 à 10 m, ce système lui permet de supporter les périodes sèches de l'année et de se développer dans les sols médiocres en zones arides (Boutboul ,1986 ;Lemaisre, 2000 ).

### **2.2 Pollinisation et fécondation**

*Pollinisation* : Le pistachier vrai est une espèce dioïque arbre vivace, à feuille caduque, les feuilles apparaissent avec les fleurs au début de la floraison en avril-mai, la fructification aura lieu en septembre.

Le pistachier a besoin des variétés pollinisatrices, la pollinisation est assurée par le vent (pollinisation anémophile), rarement par les insectes (Evreinoff, 1948).

D'après Khellil et kellal (1980), pour assurer la pollinisation, l'optimum peut être atteint par la proportion d'un arbre mâle pour huit arbres femelles, soit 11%, Evreinoff (1948) a recommandé la proportion d'un pied mâle pou 8 femelles (Figure 7). En Tunisie, selon Boutboul (1986), ce problème a été résolu par la sélection de deux clones mâles (25 A et 40 A) dont la pollinisation encadre celle de la principale variété cultivée dans ce pays (MATEUR) en temps humide ou très calme, la pollinisation présente des échecs (Boualem, 2015).

La pollinisation artificielle avec du pollen bien conservé à 4 degré peut donner un rendement en culture non irriguée (Pesson et Louveaux, 1984 in Benmahioul B, 2009).



**Figure 7** : Emplacement des arbres mâles et femelles dans le verger de pistachier (ACSAD, 1998 )

×	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	×	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	×	*	*
*	*	×	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	×	*	*	*	*	×

× Mâle \* Femelle

*Fécondation* : Après 4 heures de la pollinisation, la majorité des grains de pollen déposés sur les stigmates gluants des fleurs, émettent un tube qui s'enfonce entre les cellules du style jusqu'à l'ovaire ; dans le cas où il y a un empêchement d'autopollinisation, la fécondation présente un échec, la réussite d'atteindre l'ovule est de (1 à 5) d'après Mlika (1987), la fécondation aura lieu 48 heures après la pollinisation.

### 2.3 Les stades phénologiques du pistachier fruitier

Après le repos végétatif, le développement du pistachier se caractérise par les phases suivantes :

*Le débourrement* : le débourrement des bourgeons floraux est le premier stade qui annonce le début du cycle végétatif, qui se manifeste chez les individus mâles avant les femelles, (Anonyme, 1985 ; Mlika ,1987). Selon Oukabli (1995), le débourrement correspond aux stades gonflement et des bourgeons floraux.



*Élongations des pousses* : 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 des ramifications (Boutboul, 1986 ).

*La feuillaison* : chez les individus femelles, elle se déroule en même temps que la floraison par contre chez la plus part des clones mâles, le débourrement des bourgeons végétatifs se fait bien après la floraison (Guessoum ,2001 ).

*La floraison* : les fleurs sont groupées sur la pousse de l'année, sous formes différentes, l'inflorescence mâle de forme conique et de couleur rougeâtre, au stade de déhiscence les étamines atteignent leurs tailles maximales, dès la disponibilité du pollen l'inflorescence présente une teinte jaunâtre (Boualem , 2015).

*Fanage des inflorescences* : après libération du pollen, les inflorescences noircissent et se dessèchent puis elles tombent.

*L'inflorescence femelle* : où les fleurs sont invisibles, le stigmate n'est pas apparent, recouvertes des écailles, sont compactes et de forme cylindrique, la couleur devienne rose clair, le stigmate est susceptible d'être réceptif, la durée de cette réceptivité est de 8 jours pour la majorité des individus étudiés.

### **2.4 Croissance des fruits après fécondation**

Cette étape est caractérisée par trois phases distinctes de développement du fruit :

Au début d'avril jusqu'à mi-mai, après fécondation, il y aura une croissance rapide du péricarpe qui va atteindre presque le maximum de sa taille, de son poids, et qui présente 50% du poids frais total de fruit.



Dans la deuxième phase, de mi-mai au fin juillet, au début la croissance est très lente où le développement des dimensions de péricarpe est insignifiante, un mois après du début de cette phase, le développement de l'embryon devient visible, macroscopique, l'amande commence sa croissance par l'accumulation rapide des sucres puis leur conversion en matière grasse, à partir du début de mois de juillet l'amande atteint sa taille finale, au cours et à la fin de cette phase, le durcissement de l'endocarpe se produit.

La troisième phase, dure environ un mois et demi (fin juillet -début septembre); elle correspond à l'augmentation du poids frais, par suite le grossissement de l'amande et il y a une légère augmentation du péricarpe et déhiscence de l'endocarpe; la conversion de sucre en matière grasse se termine à la fin de cette phase.

A la maturité, les fruits arrivent au poids naturel, facile à enlever la couverture extérieure.



**Tableau 3.** Cycle biologique du pistachier vrai en Syrie (ACSAD, 1998 )

<i>Étapes biologiques</i>	<i>Période</i>	
	<i>Individus mâles</i>	<i>Individus femelles</i>
Gonflement des bourgeons florifères	Du 26/02 au 23/03	Du 26/02 au 23/03
Floraison	Du 25/03 au 14/04	Du 30/03 au 19/04
Apparition des feuilles	Du 03/04 au 16/05	Du 30/03 au 19/04
Fanage des fleurs	Du 10/04 au 03/05	
Croissance de l'ovaire		Du 10/04 au 03/05
Chute des fleurs	Du 20/04 au 17/05	
Elongation des feuilles	Du 25/04 au 31/05	Du 30/04 au 31/04
Maturation des fruits (demi-volume)		Du 25/05 au 14/06
Début de la maturité de l'amande		Du 10/06 au 28/06
Coloration des fruits		Du 03/07 au 02/08
Coloration des bourgeons	Du 27/07 au 11/09	16/08
Coloration des feuilles	Du 26/08 au 08/10	Du 27/07 au 30/07
Maturation des fruits		Du 06/08 au 27/09
Fructification		Du 26/08 au 11/10
Chute des feuilles	Du 15/09 au 25/10	Du 06/08 au 27/09
Cycle biologique	202 à 231 jours	184 à 202 jours

### 3 Classification botanique

Le tableau ci dessous donne la classification botanique du pistachier fruitier.

**Tableau4.** Classification botanique du pistachier fruitier (ASCAD, 1998)

<b>Règne :</b> végétale	<b>Ordre :</b> Therebintales
<b>Embranchement :</b> Spermaphyte	<b>Famille :</b> Anacardiacees
<b>Sous embranchement :</b> Angiospermes	<b>Genre :</b> <i>Pistacia</i>
<b>Classe :</b> Dicotylédones	<b>Espèce :</b> <i>Pistacia vera</i> L.
<b>Sous classe :</b> Apétales	



### 4 Les différentes espèces du genre *Pistacia*

*Pistachier de l'atlas* : *Pistacia atlantica* (btoum) est une essence ligneuse, qui atteint 15 m de hauteur et le tronc peut atteindre 2m de diamètre (Negre, 1962 in Benarradj, 2010). Cette essence est largement repartie à partir de l'est méditerranéen jusqu'à l'Inde, dans le sud de l'Afrique du nord se trouve à l'état disséminé dans l'étage aride et semi aride, son système racinaire est très puissant (Boudy, 1952). En Algérie le pistachier de l'atlas se trouve dans les régions steppiques du sud, il est classé parmi les essences forestières principales de l'Algérie (Boudy, 1952).

*Pistachier térébinthe* : (*Pistacia térébinthus*) : est un arbuste de 3 à 5m de hauteur, ses feuilles ayant un nombre impair de folioles ; on le trouve dans les altitudes comprises entre 300 et 600m au dessus de la mer. Il est utilisé comme porte-greffe et ce en raison de sa résistance à certaines maladies, notamment la maladie de la brûlure ; il croît dans les sols secs et rocaillieux.

*Pistachier de Palestine* : (*Pistacia palestina*) : il est localisé dans la partie orientale de la méditerranée, sauf l'Égypte ; il pousse à des altitudes de 400 à 800m au dessus de la mer (Nahlaoui, 1983 in Boualeme, 2015).

*Pistacia khinjuk* (*Pistacia integerrima*) : C'est un arbre de 3 à 7 m de hauteur ; il supporte la sécheresse et les basses températures, pour ces raisons il est recommandé dans les reboisements des zones arides (Fergusson, 1993 ; Boualem, 2015).

*Pistachier Lentisque* (*Pistacia lentiscus*) ; c'est un arbrisseau qu'on le trouve à des altitudes de 0 à 800 m ; son feuillage est persistant, paripennées contrairement aux autres pistachiers, il n'est pas utilisé comme porte-greffe pour le pistachier fruitier en raison d'incompatibilité (Fergusson, 1993 in Boualam, 2015).



#### 4.1 Les principales variétés du pistachier cultivées

Il existe de nombreuses variétés de pistachier cultivé dans le monde (Figure 8), qui présentent certains nombres de qualités telles que la grosseur, la déhiscence, la productivité, la qualité gustative, et l'adaptation aux climats.

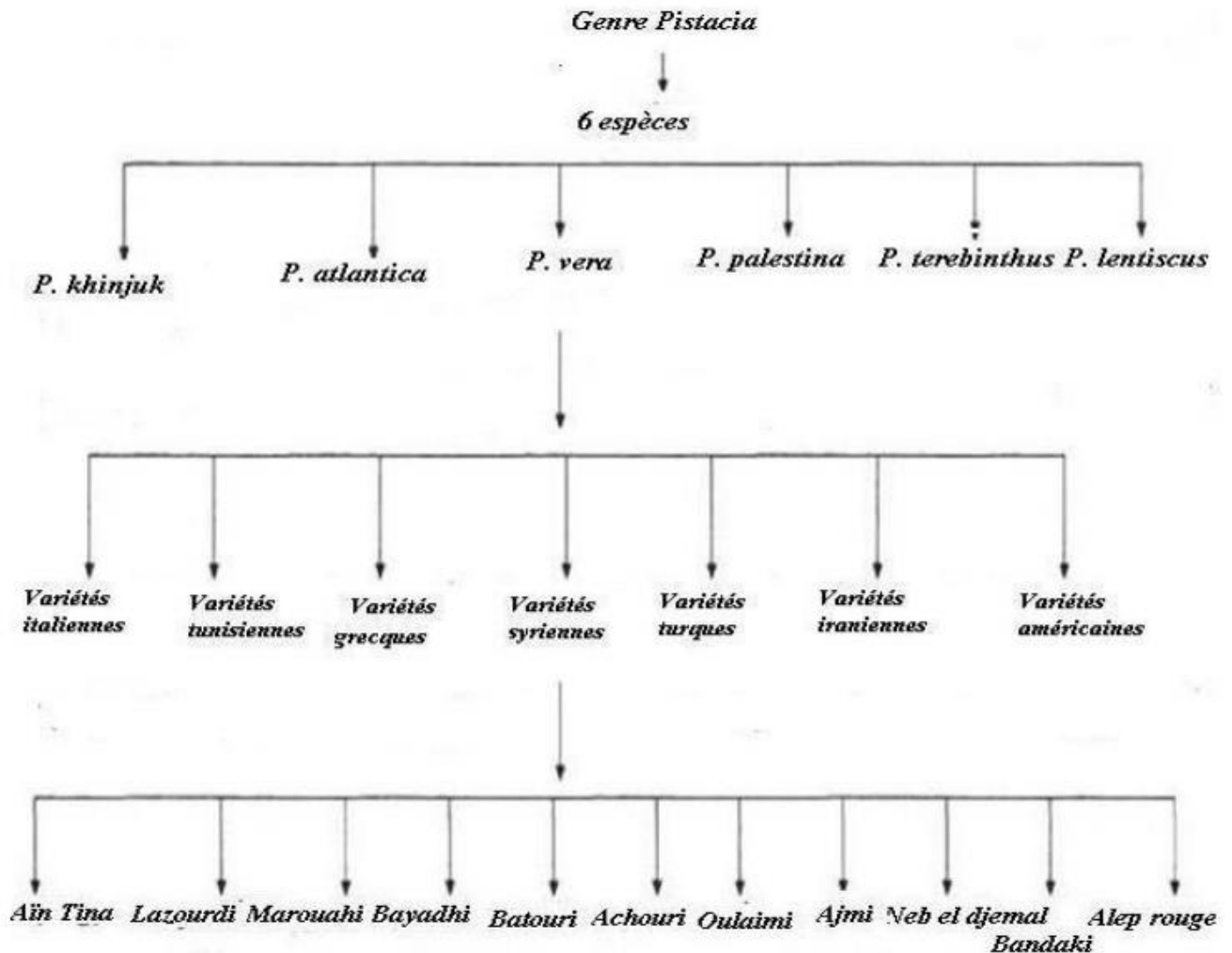


Figure 8 : Organigramme des espèces et variétés du pistachier (Boualem, 2015)

En Algérie il existe différentes variétés étrangères, notamment Achouri et Batouri (variétés syriennes). D'autres variétés comme Mateur (variété tunisienne), Ohadi et Kerman (Iranienne) qui peuvent faire l'objet d'essais en culture irriguée surtout que le climat algérien et le sol sont favorables et constitue un potentiel naturel d'extension et de



développement de la culture du pistachier fruitier. Dans l'Est du pays la variété Tunisienne Mateur a été introduite avec succès.

**Tableau 5** : Caractéristiques des principales variétés de *Pistacia vera* (Zuang *et al* ;1988 )

Zone de culture	Variétés	Caractéristiques
Syrie	<i>Achouri</i>	Fruit moyen, rouge déhiscent, très productif, excellente qualité.
	<i>Batouri</i>	Gros fruit blanchâtre, peu déhiscent, peu vigoureux, bonne qualité.
	<i>Alemi</i>	Fruit assez gros, déhiscent.
	<i>Lazouardi</i>	Fruit petit, rose garance déhiscent.
Turquie	<i>Uzun</i>	Fruits long, moyen, très productif, mais avec alternance forte.
	<i>Kirmizi</i>	Fruit moyen, rouge, très productif, mais alternant.
	<i>Halebi</i>	Gros fruit, amande vert très clair à jaunâtre, a moins besoin de froid que les autres variétés.
	<i>Abiad miwahi</i> = pistachier blanc	Feuilles et fruits non pigmentés, moyen à noyau blanc, déhiscent, excellent.
	<i>El Jalale</i>	Fruit petit, allongé, brou épais indéhiscent, amande de bonne qualité, assez vigoureux, fertile.
	<i>Aintaby</i>	Fruit petit, comprimé, un côté blanc, l'autre rougeâtre indéhiscent.
Iran	<i>Ajmi</i>	Fruit moyen, charnu, rouge foncé, très dur, indéhiscent, cultivar très employé comme porte-greffe franc de semis.
	<i>Wahedi et Ohadi</i>	Gros fruit rond déhiscent, amande vert clair à jaunâtre.
	<i>Sefideh-Mortaz et Dameghan</i>	Gros fruit allongé déhiscent, amande jaunâtre, très appréciée.
Grèce	<i>Razvine</i>	Fruit petit, allongé, peu déhiscent, amande d'un beau vert, mieux adapté aux zones froides.
	<i>Aegina</i>	Répondu dans toute la zone de production.
Italie	<i>Napoletana</i>	Fruit moyen, allongé, rouge vineux à crème, souvent déhiscent, mi-précoce (août-septembre), vigoureux.
	<i>Agostana</i>	Fruit moyen, ovale, rouge vineux à crème, souvent déhiscent, précoce (août).
	<i>Notaloro</i>	Fruit petit, rouge vineux à jaune crème, productif mais avec beaucoup de fruits vides, vigoureux.
Etats-Unis	<i>Allepo</i>	Gros fruit, arrondi, rouge foncé, déhiscent, grosse amande de qualité, assez vigoureux, très fertile.
	<i>Bronte</i>	Fruit moyen, allongé, d'un côté crème de l'autre rougeâtre, bonne qualité, vigoureux.
	<i>Kerman</i>	Gros fruits, déhiscents, mais avec une proportion non négligeable de coques vides (jusqu'à 25%). Il est très cultivé.
	<i>Joley</i>	Plus récent (1979), à fruits plus petits, mais plus vigoureux et productif.
	<i>Peters</i>	Employé comme sujet mâle pollinisateur dans les vergers.
Tunisie	<i>Sfax</i>	Petit fruit de qualité, arbre petit, mise à fruit précoce (3-4ans), très peu exigeant en froid hivernal.





### 5 Les exigences pédoclimatiques

Le pistachier vrai est une essence qui a été acclimatée à l'état spontané dans une grande aire géographique ; cependant, il se caractérise par sa résistance à des sécheresses prolongées (Zuang *et al*, 1988 ; Boualam, 2015).

*La pluviométrie* : Les sols à vocation pistachier en Algérie se situent dans la tranche pluviométrique variant entre 200 et 500 mm (Khelil et Kellal, 1980 in Boualeme, 2015). Toutefois, l'excès en eau peut engendrer la pourriture des racines (Rebour, 1988). Le pistachier vrai s'accommode d'une pluviométrie réduite de 200mm par an.

*La température* : le pistachier fruitier supporte des basses températures de l'ordre de -7 à -30 °C (Woodroof, 1979 ; Spina et Penni, 1957 in Benmahiou, 2009) et des températures élevées de 45 à 50°C sans aucun risque. Cependant, le gel printanier plus modéré abîme la floraison ; Comme tout arbre fruitier, la reprise de croissance exige des températures basses, pour le pistachier fruitier, a besoin - 7 C° pour une période de 200 à 1000 heures (Crane et Iwakini, 1981), les bourgeons qui produisent le fruit l'année prochain sont initiés l'été de l'année en cours et ont besoin de quantités nécessaires de froid, puis ils continuent à se développer au printemps. Le pistachier fruitier a besoin de 700 heures d'hivernation pour donner un rendement élevé (Benmahiou, 2009).

*La lumière* : le pistachier est une espèce héliophile ; les expositions chaudes, ensoleillées et aérées, lui sont indispensables (Boualem, 2015) .

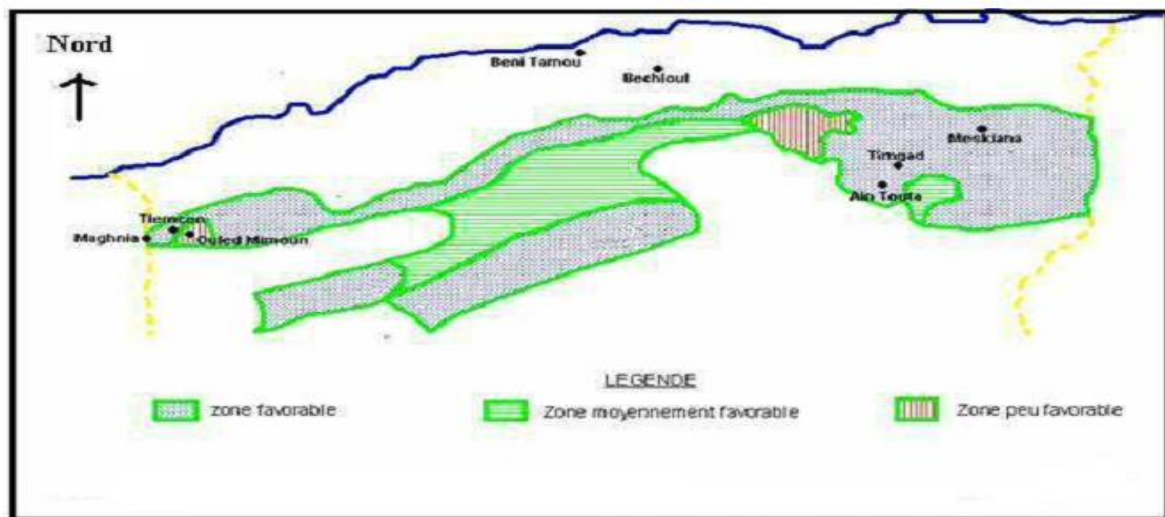
*L'altitude* : La culture de pistachier est située dans des altitudes allant de 100 à 1400m (Lemaistre, 1959 ; Oukabll, 2001) ; il semble pour un meilleur développement du pistachier que les altitudes convenables sont comprises entre 600 et 1200 m.



*Le vent* : Le pistachier a besoin des vents de faible intensité pour la pollinisation ; il résiste aux vents, avec un risque au moment de croissance des fruits et aussi pendant les premières années de sa plantation, donc, il est conseillé de planter des brises vents avant l'installation d'un verger de pistachier fruitier.

*Le sol* : Il préfère les sols légers argilo-calcaires, pierreux et secs, par contre il redoute l'humidité et les sols pauvres en calcaire, au moins 25% ; il tolère les sols salins donc il peut résoudre le problème de salinité dans les zones arides et semi-arides ( Benmahioul *et al*, 2009). D'après des observations en Turkménistan (station d'expérimentation), les rendements des plantations de pistachier s'améliorent avec l'augmentation du calcaire dans le sol, par cette exigence en chaux, certaines régions ont été forcées de chauler leurs terrains. En général, tous les sols où prospèrent l'olivier, l'amandier, et la vigne convient parfaitement à la culture du pistachier (Jacquy, 1972). Ce dernier auteur signale qu'en terrain lourd avec une pluviométrie abondante ou en culture irriguée il est préférable de choisir le pistachier de l'atlas « *Pistacia atlantica* » et le pistachier térébinthe « *Pistacia térébinthus* » comme porte-greffes.

La figure 9 montre les principales zones favorables à la culture du pistachier en Algérie.



**Figure 9** : Carte des zones potentielles à la culture du pistachier en Algérie (Morsli *et al*, 2001)



### 6 Maladies et ravageurs du pistachier vrai

Les ennemis du pistachier sont nombreux (Figure 10), cependant certains d'entre eux présentent un danger considérable ; ce sont surtout les cochenilles, les pucerons et les scolytes (Evreirnoff, 1948) parmi ses insectes, la cochenille du pistachier (*Ceroplastes rusci* L.) attaque surtout les rameaux qui finissent par un dépérissement ; l'autre c'est la cochenille de Chine '*Cerosplastes sinensis* del Guercio, dont les ravages se ressemblent, mais cet insecte est moins répandue. Il existe aussi, les pucerons qui non seulement, causent des dégâts directement, mais aussi transmettent des bactéries et phytovirus nuisibles, c'est le cas du puceron vert de pécher « *Myzus persicae* » (Benmahioul, 2009). Plusieurs méthodes sont préconisées pour la lutte : lutte chimique et l'incinération des parties attaquées ainsi que la lutte biologique.

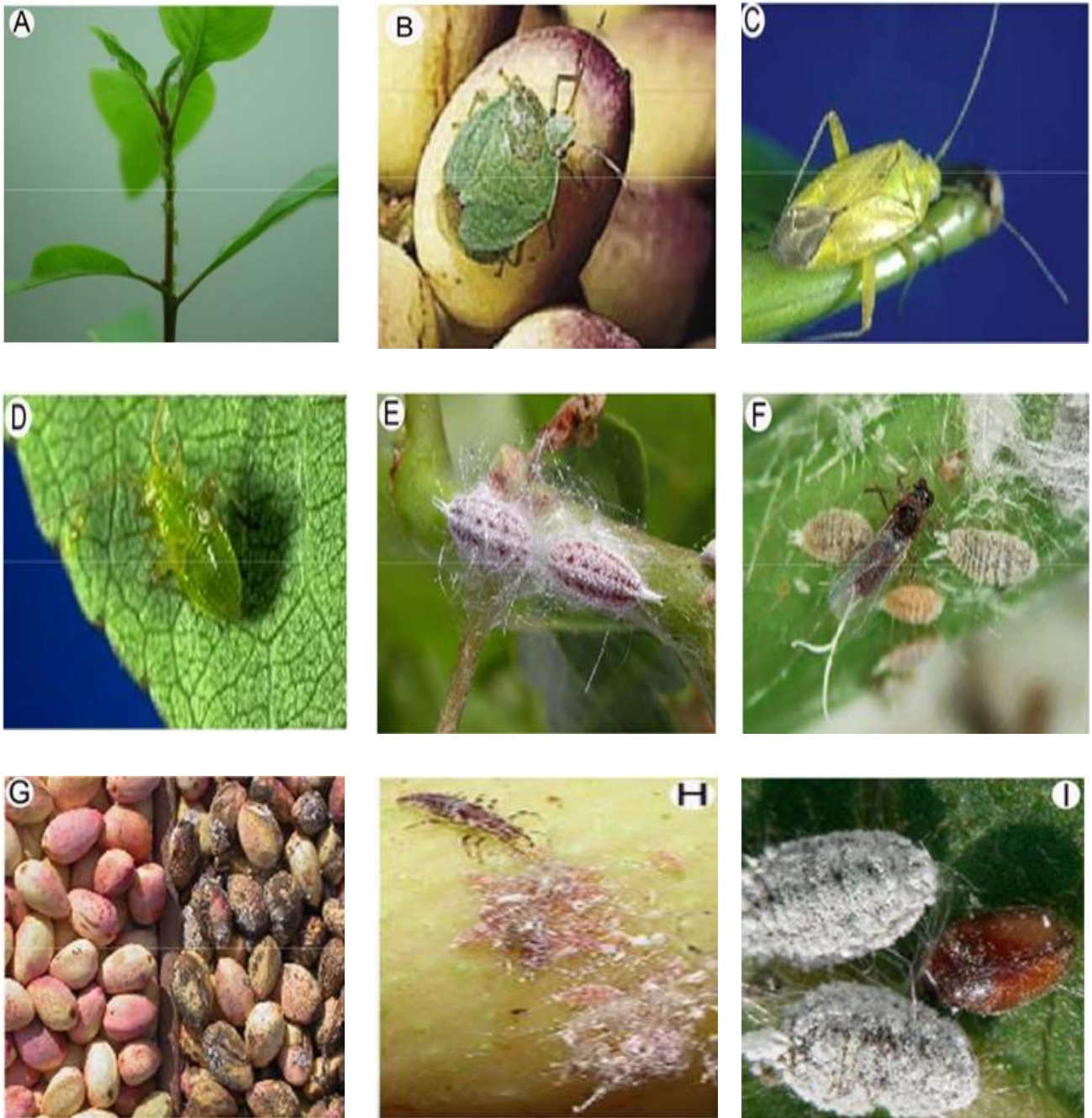
Les champignons phytopathogènes provoquent des dégâts, notamment la Septriose, une maladie épidémique qui laisse des taches brunes sur les feuilles causée par *Septoriapistacina*. Les maladies cryptogamiques engendrent en général un affaiblissement de l'arbre, en infectant les feuilles, les pousses et les racines, le flétrissement des feuilles causé par les champignons « *Verticillum dahliae* » et « *Verticillum albo-atrom* » peuvent provoquer la mort de l'arbre. La Rouille est aussi considérée comme maladie très grave chez le pistachier. L'agent causal de la maladie est' un champignon « *Pileolaria terebetis* », qui s'attaque aux feuilles en provoquant une défoliation. Cette maladie est surtout observée chez les jeunes arbres et les plants en pépinière. La lutte est difficile et consiste en de nombreux traitements cupriques à des concentrations assez fortes.

Les maladies physiologiques telles que la chlorose, due à l'insuffisance de l'azote, la gommose, la déshydratation suite à des périodes de sécheresse répétées sur sols peu profond où il y a un manque de stock en eau, on constate aussi, le phénomène de



prématuré de l'ovule qui est le résultat des fruits vides en absence de fécondation, et cela est due en général au manque des heures de froid qui provoquent un décalage pour la pollinisation par fois de 20 à 25 jours. La figure ci-dessous résume les principaux ennemis du pistachier fruitier.





**Figure 10.** : Quelques insectes ravageurs du pistachier vrai et leurs dégâts. **A)** pucerons verts (myzusprsicae) **B)** Acrosternum Hilare, **C)** Calocoris (hemiptere). **D)** adulte et nymphe, **E)** Ferrisiagilli : femelle adulte de corps roses et son couverts en cire blanche, **F)** mâle adulte (centre) caractérisé par une paire d'ailes et de longues queues. **G)** Dégâts causés sur les fruits, **H)** larve Chrysoperla s'attaque au ravageur Ferrisiagilli, **I)** Coccinelle prédateur (droit) à coté de deux femelle de Ferrisiagilli. (Benmahioul, 2009).



### 7 Techniques de culture du pistachier

*Choix du terrain à planter* : pour une efficacité de dissémination, il faut éviter les zones à climat humide, le terrain doit être si possible de forme rectangulaire ou carré, exposé au vent, de préférence sur sol alcalin (basique) et non asphyxiant et mal drainé, installation des brise-vent pour réduire les vents violents et protéger les jeunes plants.

*Préparation du sol* : un routage de 80 à 100 cm, ou ouverture des protêts de 1m, le pistachier fruitier exige un grand écartement (8m \* 8m ) de distance de préférence entre les arbres, avec une densité de plantation de 156 pieds à l'hectare.

*La mise en place* : on apporte la fumure de fond de type 0-20-25 à raison de 4 à 5 quintaux par hectare, en cas de routage 1.5 kg par trou en évitant le contact direct avec les racines, la dose peut être améliorée après l'analyse du sol.

*Les principaux porte-greffes* : *Pistacia vera*, *Pistacia atlantica*, *Pistacia lentiscus*, *Pistacia palestina*, *Pistacia terebinthus*.

*Plantation* : on pratique l'habillage et le pralinage après on place le plant au milieu du trou et faire un tassement pour évacuer les poches d'air.

*Soins après plantation* : rabattage du plant à hauteur de 70 à 80cm, mise en place des tuteurs.

*Arrosage immédiat* à raison de 30 à 50 litres par plant.

*Entretien* : l'irrigation pendant les deux premières années deux fois par mois du mois de mars jusqu'au mois d'août.

*Fumure d'entretien* : Pour les vergers irrigués, jeune plantation, de la première année, à la septième année 10 à 50kg par arbre d'engrais, dont 1 à 3kg de super phosphate, et



0.5 à 1.5kg d'amonitrate (33) par arbre ; arbre de production 50 à 100kg d'engrais dont 3 à 6 kg de super phosphate, et 1.5 à 3kg d'amonitrate par arbre. Les sarclages pendant l'été sont recommandés selon la nature du sol.

*Taille de formation* : le pistachier est conduit en Goblet, cette taille consiste à équilibrer l'arbre en dégagant le centre et reportant les rameaux végétatifs vers la périphérie.

*Taille de fructification* : la fructification du pistachier a lieu à l'extrémité des rameaux, donc, la taille doit se limiter à un éclaircissement, raccourcissement des rameaux trop vigoureux et suspension de ceux desséchés.

*Récolte* : les pistaches ne se mûrissent pas toutes en même temps sur la grappe, c'est pour cette raison que la récolte se fait de deux façons : la première, faire 2 à 3 passages pour récolter les fruits mûrs qui se détachent facilement ; dans la deuxième, les grappes sont cueillies et étendues sur le sol ; les fruits mûrs se détachent et les fruits vides restent attachés à la grappe (ISSR, 2007).

### **8 Modes de reproduction de *Pistacia vera***

Étant donné que le pistachier vrai est une espèce dioïque, sa propagation est liée à la production de plants par semis direct (multiplication sexuée) en premier lieu pour avoir des porte-greffes et en deuxième lieu c'est l'action du greffage (multiplication asexuée) ; ce mode de reproduction s'effectue en plusieurs phases : dans la première, il faut chercher la semence qui possède des caractéristiques de germination, de résistance, d'adaptation et de compatibilité. Dans la deuxième phase, le semis donne autant de pieds mâles que de femelles, donc il faut aboutir à la proportion estimée pour résoudre le problème de la pollinisation. Pour atteindre ces objectifs, il faut chercher des greffons en fonction des paramètres génétiques, morphologiques et de compatibilité.

Malgré les avantages des variétés non cultivées, le choix du porte-greffe reste un obstacle majeur. Par exemple, l'utilisation du pistachier de l'atlas donne des taux de réussite faibles après greffage, également, le développement de la partie aérienne est lente ; Toutefois, *Pistacia palestina* est intéressant comme porte-greffe dans les régions humides où la pluviométrie dépasse 500 mm (ISSR, 2007).

### 8.1 La multiplication sexuée

En général, l'espèce cultivée, *Pistacia vera* L est la plus utilisée pour la production de porte-greffes. Les graines utilisées doivent être de l'année en cours (Jacquy, 1972). Le taux de germination diminue de 50% après la deuxième année de conservation (Benmahioul,2009) ; Le traitement des graines contre les agents pathogènes, la stratification au froid (2 à 4°C) pendant 30 jours avant la mise en germination à 20°C améliore nettement le taux de germination chez *Pistacia vera* L (Aleta *et al*, 1998 ).

La mise en place des graines se fait soit directement dans les champs ou en pépinière, la semence tardive (fin mars) donne de meilleurs résultats car les graines craignent de l'humidité (Boualem, 2015).

Comme le développement racinaire est plus rapide que la tige (50cm pour la racine contre 15 cm pour la tige), il est conseillé de faire un repiquage sans endommager le pivot et transplanter les jeunes plants dans le champ définitif. En Syrie, les jeunes plants sont protégés par une ombrière de paille et la variété Batouri a donné un taux de réussite supérieur à 98% et une croissance rapide (ISSR, 2007). Le sol est préparé par un labour profond 2 à 3 fois croisé pendant le mois d'août, en apportant du fumier organique et des engrais minéraux.

Pour la préparation des graines, un trempage dans l'eau pendant 48 heures avec une séparation des graines flottantes et changement de l'eau toutes les 15 heures. Le semis





en conteneurs (sachets en polythène) permet d'obtenir des plants (porte-greffe) conformes vigoureux avec une facilité de manipulation. Les sachets utilisés doivent être de couleur noir pour éviter la réaction racine- lumière. Puisque le développement du système racinaire est considérable pendant une année, il est recommandé d'utiliser des sachets de 20cm de diamètre et de 55 à 60 cm de hauteur, ou sachets de 15cm de diamètre et de 30cm de hauteur, à raison de 2 à 3 graines par sachets et une profondeur de 2 à 6 cm (ITAF Tighenif, 2000).

La période de semis commence au début du mois de février jusqu'au fin de la deuxième semaine du mois de mars, toutefois, les expériences ont montré que le semis du mois de février donne les meilleurs taux de germination que celui du mois de mars. Le temps de germination varie de 15 à 55 jours pour le pistachier vrai et de 45 à 60 jours pour le pistachier de l'Atlas (ITAF Tighenif, 2000).

### **8.2 La reproduction végétative**

Les techniques de multiplication asexuée sont utilisées dans le but de préserver les mêmes caractéristiques de la variété et donc de la plante mère sélectionnée. Le bouturage et le greffage permettent la transmission avec certitude de toutes ces caractéristiques génétiques pour la nouvelle plante.

*Le bouturage* : Le bouturage ligneux est une méthode de reproduction techniquement difficile, et qui donne des résultats assez faibles (Djerah, 1991 ; Aoudjit et Mouissa, 1997).

*Le greffage* : Le pistachier est une essence ligneuse qui supporte mal les plaies et surtout l'attaque du bois. Le greffage est le mode de multiplication asexuée le plus répandu (Evreirnoff, 1948). La technique la plus utilisée est l'écussonnage qui a donné de bons résultats (Benmahioul, 2009). Cette technique consiste à insérer le greffon



représentant la partie végétative avec le porte-greffe représentant la partie racinaire issue de semis. Pour avoir de bons résultats, et comme l'œil du pistachier est de grande taille, il faut que le diamètre de la tige du porte-greffe dépasse 1 cm et la hauteur de 10 à 15 cm au-dessus du sol. Ces dimensions sont obtenues généralement dès la deuxième année du semis : semis effectué en mois de février avec l'apport des fertilisants et une irrigation régulière et contrôlée.

En Syrie, habituellement les portes greffes seront transplantées après 11 mois et demi dans le futur verger qui seront enlevés et greffées (ISSR, 2007).

### **8.3 La multiplication par culture *in vitro***

Chez le pistachier les premières tentatives de vitro propagation ont été entamé par Colinas *et al* ,1982 puis Barghachi et Alderson en 1983 in Belmahioul, 2009). 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'acclimatation des vitro plants (Chatibi , 1995 ; Belkrouf, 2016).

## **9 Les techniques de greffage**

Le greffage chez le pistachier fruitier est très délicat. Sa réussite est liée à plusieurs facteurs, à la production de porte-greffes, à l'époque de greffage, le climat, l'irrigation, l'identification de l'arbre mère et son sexe et le savoir-faire, le manipulateur (ISSR, 2007).

Le greffage consiste à insérer le greffon (partie végétative) sur le greffon ou sujet (partie racinaire), l'écussonnage (greffe en écusson – Figure 11) est en relation avec la maturité de l'œil, on prend des baguettes (greffons) de 4 mois de l'année en cours au



milieu de l'arbre. Le meilleur moment pour le greffage de l'été (oeil poussant) varie entre la fin du mois de mai jusqu'à la fin du mois de juin, durant cette période, la maturité des bourgeons végétatifs et le bois est achevée ; la deuxième période en mois de septembre, c'est la greffe à œil dormant (ITAF Tighenif, 2000). En générale, la période de greffage s'étend du mois de juin jusqu'au mois de septembre avec un seul arrêt au mois de juillet dans un parc à bois irrigué (irrigation contrôlée), sachant aussi, qu'un bon manipulateur peut greffer en mois de mars, au moment de la circulation de la sève sans toucher au bois, L'irrigation de plusieurs semaines avant le greffage en Syrie baisse le taux de reprise à 20% par contre dans une pépinière non irriguée le taux de reprise arrive à 95% (ISSR, 2007).



**Figure 11** : écussonnage chez le pistachier vrai (station ITAF Tighenif)  
A) greffon, B) Greffage en écusson

Pech a observé en Syrie que le greffage à la 5<sup>ème</sup> année donne du fruit un an avant le greffage qui se pratique à la 2<sup>ème</sup> année ; Chapot a signalé que le greffage en place au niveau de la pépinière donne les meilleurs taux de réussite qui peuvent atteindre les



75%. Whitehous et Joly ont signalé que la conservation des baguettes plus de 24 heures est préjudiciable à la reprise (Boualem, 2015).

La technique utilisée pour la greffe à œil, à bouclier (méthode anglaise) est appelée aussi (T. budding) la coupe dans l'écorce du pied mère est de la forme **T** à hauteur d'environ 15 cm au-dessous de la terre et le diamètre ne doit pas être inférieur de 7 à 8 mm ou de forme de « **T** » renversé ; cette incision ne laisse pas l'excès de sève montante qui agit sur le greffon. La coupe de forme « **H** » renversée facilite le greffage et donne un taux de réussite élevé (ITAF Tighenif, 2000). En Syrie, les greffons sont conservés dans une glacière à une température de (4°C à 21°C) pour le greffage de lendemain, le meilleur greffage est celui de l'été, à œil en activité.

### **10 La germination**

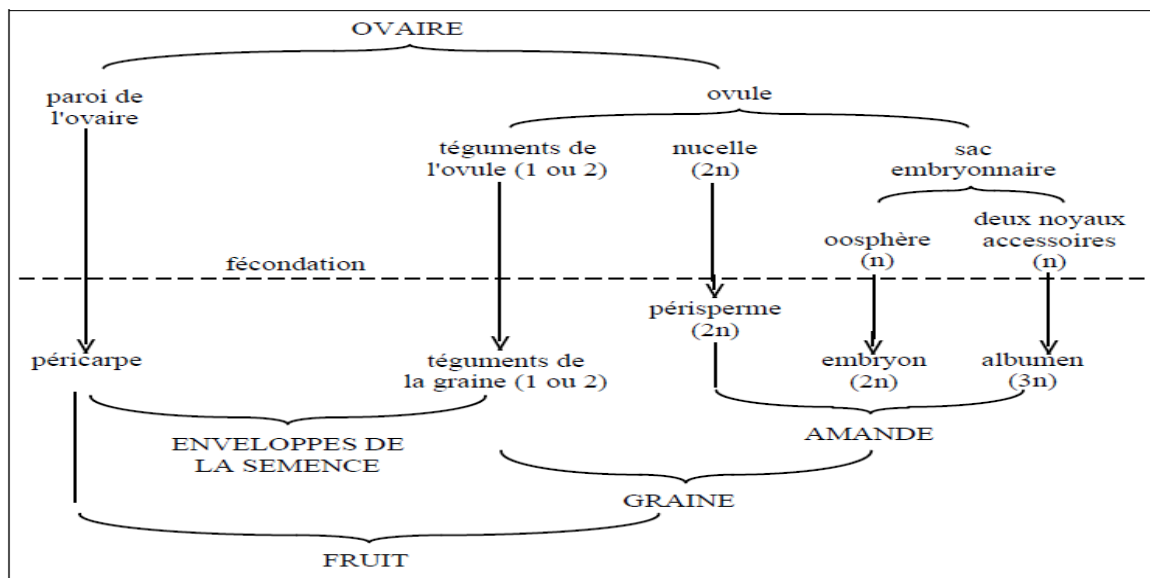
En biologie végétale, la germination se définit comme un phénomène par lequel l'embryon croit, c'est la reprise de la vie, en utilisant les réserves de la graine, elle se termine lorsque la plantule est autotrophe, donc elle sera capable de se suffire à elle-même en puisant l'eau et les sels minéraux du sol et le gaz carbonique (co<sub>2</sub>) de l'air, (Richard, 1955). D'autres physiologistes, pour eux la germination débute par l'imbibition et cesse dès que la radicule perce le tégument, par la suite, c'est la pure croissance (Binnet et Brunell, 1968 ;Côme, 1970).

*La graine* des angiospermes est un organe de résistance et de dissémination de différentes façons (vent, eau, animaux etc.). Dans les conditions difficiles, la graine est produite en absence d'eau ce qui permet la pérennité de l'espèce et la résistance aux conditions rudes tel que l'hiver.

Chez les spermaphytes, la graine provienne de la transformation de l'ovule après fécondation, quand la pollinisation réussit entre les deux organes sexuels mâles (grain



de pollen) et femelles (sac embryonnaire), issus de deux pieds de différents sexes (cas des espèces dioïques), ou hermaphrodite (deux sexes différents sur le même pied). La pollinisation c'est le dépôt de pollen sur le stigmate d'un carpelle, dans certains cas, les étamines (organe mâle) et le pistil (organe femelle) atteignent la maturité à des moments différents, donc il y aura un échec après dissémination, dans le cas de maturité après avoir adhéré à un stigmate gluant, le grain de pollen émet un tube qui s'enfonce jusqu'à l'ovaire, ensuite la fécondation se produit (Figure 12).



**Figure 12:** Origine des diverses structures constitutives des semences (d'après Côme, 1970)

La graine est un tissu de reproduction sexué allogame, issu de l'union entre les organes de reproduction (spermatozoïdes et des oosphères), pour les deux spermatozoïdes du grain de pollen, l'une s'unit avec l'oosphère donnant le zygote (2n) qui donnera l'embryon, l'autre s'unit avec deux noyaux polaires et forment un noyau triploïde (3n) qui donnera un tissu nutritif appelé endosperme (ou albumen). Cette union s'appelle double fécondation (ce processus existe seulement chez les angiospermes et les familles des gymnospermes), le tout est entouré du tégument qui dérive du tissu de



l'ovaire après la fécondation chaque ovule qui se trouve à l'intérieur de l'ovaire se transforme en graine et l'ovaire se transforme en fruit selon l'espèce.

*Structure de la graine* : La graine est l'organe permanent de la semence. Elle présente l'étape finale de l'évolution de l'ovule fécondée et est constituée de :

*L'embryon* : il présente 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 réserves, l'ensemble des parties enfermées dans les téguments de la graine (embryon et albumen) constituent l'amande.

*Les téguments de la graine* : le tégument unique ou les deux téguments ovulaires se transforment en téguments de la graine. Cette transformation se caractérise principalement par une scarification des parois cellulaires de ses téguments, l'enveloppe externe est généralement indurée ; le testa restant mince et réduit à une fine pellicule.

La graine contient en réalité une plante miniature dotée d'une racine et d'une tige embryonnaire. L'apex de la tige embryonnaire est pris entre les cotylédons et à l'autre extrémité de l'embryon se trouve l'apex de la racine, après germination ces deux méristèmes sont responsables aux croissances en longueurs de la tige et de la racine pendant toute la vie de la plante.

Au cours du dernier stade de sa maturité, la graine se déshydrate jusqu'à ce qu'elle ne présente que 5 à 15% de sa masse de son poids frais. L'embryon a alors cessé de croître, il restera quiescent jusqu'à ce que la graine germe. L'embryon est entouré de ses cotylédons ou de l'endosperme (albumen) ou les deux. Les cotylédons de l'Haricot absorbent la nourriture de l'endosperme pendant le développement de la graine et par



conséquent, la graine mature est dépourvue de l'endosperme, et par la suite ces nutriments seront transférés à l'embryon au cours de la germination ; l'endosperme est riche en nutriments destinés à l'embryon. La nature des réserves varie selon les espèces, elles peuvent être glucidique (amidon exemple le Riz) lipidique (Colza, Tournesol), protéique (Luzerne) ou gluco-protéique (Pois). Le tégument qui enveloppe l'embryon et ses réserves, joue le rôle protecteur et inhibiteur.

*Dormance des graines* : La diminution de la capacité de germer est faible ou nulle juste après la récolte. Cette capacité augmente avec la durée de stockage (dormance primaire), et le laps de temps pendant lequel une graine en dormance reste viable et apte à la germination varie de quelques jours à quelques dizaines d'années ou plus, la plus part des graines offrent assez de résistance pour durer un an ou deux ans.

La dormance physiologique : c'est l'inhibition physiologique de l'embryon qui empêche l'émergence de la radicule.

La dormance morphologique : quant l'embryon n'arrive pas à maturité.

La dormance morfo-physiologique : il y a une combinaison entre la dormance physiologique et la dormance morphologique dans ce cas il est nécessaire de faire une stratification (au chaud ou froid) ou après maturation de l'embryon.

Dormance physique : présence d'un tégument, cette barrière peut être cassée soit par des microorganismes ou par l'alternance de l'humidité et le séchage ou ingestion par un animal.

Les phases de développement de la capacité de dormance, dont la durée est très variable selon les espèces par exemple chez le *Medicago*, la morphogénèse dure environ 12 jours et la maturation 24 jours ; les semences deviennent tolérantes à la dessiccation



entre 16 et 20 jours après pollinisation, mais celles-ci commencent à partir de 36 jours après la pollinisation alors que les dormances physiologiques et tégumentaires s'installent lorsque la gousse est sèche, elle tombe et les graines poursuivent leurs déshydratations pour atteindre une teneur en eau très faible (Boudet, 2006).

### **11 Améliorations artificielles de certaines graines**

*Désinfection* : traitement des graines par des insecticides et des fongicides, les graines traitées sont généralement colorées.

*Enrobage* : pour une meilleure qualité, les graines sont enrobées dans une matière de charge (mélange avec l'engrais et parfois des produits de protection) pour l'augmentation du taux de germination.

*Vernalisation* : certaines plantes ne germent pas physiologiquement à cause d'une hormone qui n'a pas été cessé de développer en régions tempérés par manque de gel qui rend cette hormone inactive ; donc il est possible de faire cette opération par la conservation de ces graines au réfrigérateur ou au congélateur un certain temps avant de les semer. Dans nos régions, nous pouvons semer ce genre de graine à l'automne puisqu'il gèle en hiver, cette exposition au froid s'appelle la vernalisation.

*Stratification* : La stratification permet de ramollir les téguments des graines qui bloquent la germination (par leur étanchéité à l'air et à l'eau), et à maintenir un froid humide qui va sortir la graine de sa dormance.

*Pré-germination* : dans les régions tropicales les graines sont très dures qui doivent séjourner un certain temps dans l'humidité et chaleur. La pré-germination est effectuée dans une serre ou on trempe les graines dans l'eau chaude à fin d'altérer l'enveloppe et donc la perméabilité (Richard, 1995).





Les semences de nombreux arbres germent sans difficultés lorsqu'elles sont placées dans des conditions favorables (optimales) de l'humidité et de la température. Il faut noter que le traitement par voie humide permet de combiner le ramollissement de tégument dur et le lessivage des éventuels inhibiteurs chimiques.

Kemp en 1975 a signalé que le trempage de telles graines dans l'eau à une température ambiante pendant 24 à 48 heures peut être suffisant pour une imbibition totale et un démarrage de germination (Boualem, 2015).

*Scarification* : cette opération consiste à altérer l'enveloppe mécaniquement.

## 12 Les facteurs de germination

Les facteurs qui interviennent au moment de la germination sont nombreux, les plus étudiés sont la température, l'oxygène et la lumière. C'est l'influence combinée de ces facteurs qui rend possible ou non la germination, ainsi la présence d'eau est obligatoire, mais pas suffisante car il faut aussi que la température soit convenable et que l'embryon soit correctement oxygéné. Les inhibiteurs de germination, le substrat (profondeur et granulométrie), pH, densité de semence, sont aussi des facteurs qui peuvent influencer la qualité germinative des semences<sup>1</sup> mais aussi au cours de la vie de chaque espèce il y a une adaptation formant des facteurs sur la germination.

Côme (1993) a montré ces facteurs en quatre catégories (Figure 13) : les facteurs avant la récolte, les facteurs de la récolte, les facteurs de la germination, l'espèce, la variété, la taille ou le poids des semences, sont quelques uns des facteurs génétiques qui peuvent avoir une influence sur la qualité germinative des semences. Chaussat et

---

<sup>1</sup> <https://docplayer.fr>



Chapon (1981) ont signalé la relation directe entre le poids du grain et la vitesse de germination pour différentes espèces du genre *Triticum*.

### **12.1 Les facteurs génétiques**

L'espèce, la variété, la taille et le poids agissent sur la germination des graines.

### **12.2 Les facteurs avant récolte**

- Le climat (température, pluie et lumière) ;
- Techniques culturales (travaux du sol, fumure, traitement phytosanitaire, taille, etc.) ;
- La position des semences sur la plante mère ;
- L'âge de la plante mère ;
- Semencier à l'intérieur du verger.

### **12.3 Les facteurs de récolte**

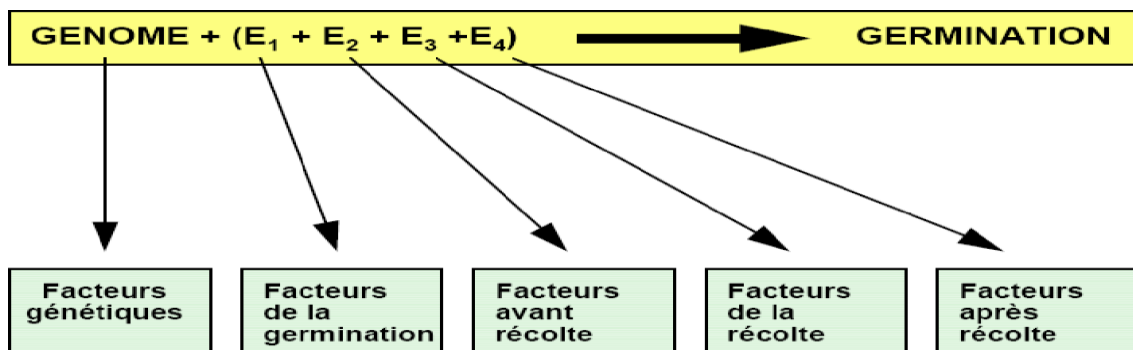
- La maturité des graines au moment de la récolte c'est le principal facteur de germination ;
- La date de récolte.

### **12.4 Les facteurs après récolte**

Il existe différentes catégories de semences. La longévité des semences varie d'une espèce à l'autre, même lorsqu'il se traite de la même façon et placées dans les mêmes conditions : les semences orthodoxes qui ont une teneur d'eau avoisinante de 5% du

poids frais, les semences récalcitrantes qui gardent une teneur en eau relativement élevée (20 à 25%) et les semences intermédiaires (10% et même moins).





**Figure 13** : Les différents facteurs impliqués dans la qualité germinative des semences (d'après Côme, 1993)

Selon Côme (1993), tous traitements auxquels les semences sont soumises après leur récolte peuvent avoir une incidence sur les propriétés germinatives, selon l'espèce, la teneur en eau de la graine, et la durée et les conditions de conservation (Baskin, 1998 in Hoareau, 2012), le séchage, triage, nettoyage peuvent intervenir parmi les facteurs après récolte.

### 12.5 Les types de germination

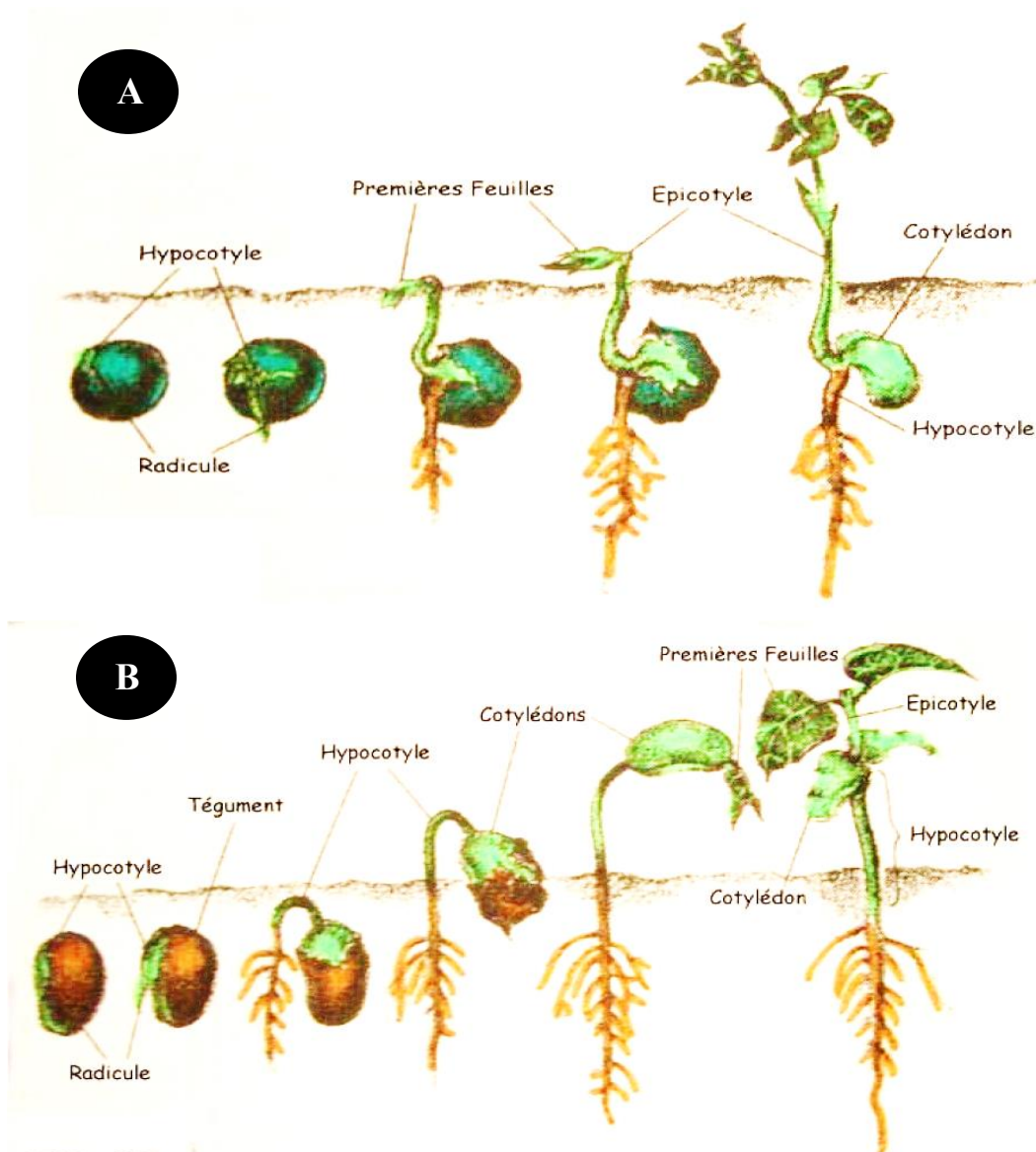
Selon, Meyer et al (2004), on distingue deux types de germination au sens large (Figure 14) :

*La germination épigée (épicotyle)* : Prenant exemple chez le Haricot, qui appartient aux angiospermes dicotylédones l'axe embryonnaire (structure allongée) au-dessous du point d'attache des cotylédons, qui prend le nom HYPOCOTYLE, l'hypocotyle se termine dans le radicule ou racine embryonnaire, la partie de l'axe embryonnaire située au-dessus du point d'attache des dicotylédones est appelé ÉPICOTYLE, l'extrémité de l'épicotyle porte la plantule (ou gemmule) composée de l'extrémité de la tige et d'une



paire de deux feuilles miniatures, au cours de la germination de ce type l'allongement de la tige porte les cotylédons au-dessus du niveau de sol.

*La germination hypogée (hypocotyle) :* Dans ce type de germination la tige ne s'allonge pas et les cotylédons restent en terre.



**Figure 14:** Germination hypogée du haricot (A) et germination épigée (B) (Richard ,2015)



## 13 Le processus de la germination

La graine est inactive de point de vue métabolique et la germination correspond au passage d'un état de vie ralentie à un état de vie active.

### 13.1 Les conditions de germination

*L'imbibition d'eau* (Figure 15): La quantité d'eau nécessaire est de 50 à 250% du poids sec de la graine et permet la réhydratation des tissus (Graines oléagineuses, graines amylacées, graines protéagineuses). L'imbibition est un mécanisme physique et l'absorption d'eau varie en fonction de la nature des téguments, la nature du sol, de la température (inférieure ou supérieure à 0°C) et au faible potentiel hydrique de la graine sèche. La forte succion est une caractéristique des graines, par contre un excès d'eau provoque l'asphyxie en absence d'oxygène. L'eau est absorbée par les ouvertures naturelles, puis diffusée à travers des tissus (Young et Young, 1986 in Hoareau, 2012). Un excès d'eau est souvent néfaste à la germination (Mazliak, 1982 in Dadach, 2016). La graine se dilate et s'ouvre et l'embryon subit des changements métaboliques qui réamorcent sa croissance ; les enzymes commencent à dégrader les réserves contenues dans l'endosperme ou dans les cotylédons, et les nutriments parviennent aux régions en croissance de l'embryon. Par exemple le cas du Maïs (graminée), peu après l'imbibition, l'aleurone commence à produire de l'amylase ( $\alpha$ ) et d'autres enzymes, qui dégradent l'amidon emmagasiné dans l'endosperme, en petits glucides par ailleurs, si on extrait l'embryon avant l'imbibition, l'aleurone ne produit aucune enzyme, cela indique que l'embryon envoie un message à l'aleurone pour sécréter de l'amylase : c'est la gibbérelline (Richard, 1995).



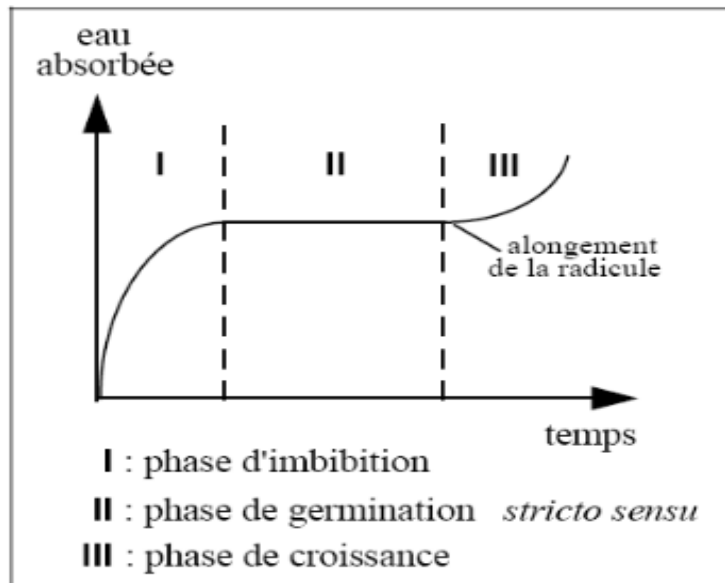


Figure 15 : Courbe théorique d'imbibition d'une semence (d'après Côme, 1982)

Il existe cinq catégories d'hormones végétales qui conditionnent la croissance et le développement en influant sur la division, l'élongation et la différenciation des cellules. En effet, la synthèse de ces hormones se localise sur les différentes parties de la plante, de l'embryon, jusqu'au fruit, et l'influence est liée, soit à la quantité ou à la concentration entre eux (Richard, 1995).

- La gibbérelline favorise la germination, le bourgeonnement, l'élongation de la tige et la croissance des feuilles ; stimulent également la floraison et la fructification.
- L'auxine stimule l'élongation de la tige et la croissance des racines végétales.
- La cytokinine influe sur la croissance des racines et stimule la germination.
- L'acide abscissique inhibe la croissance et déclenche la dormance.
- L'éthylène favorise ou inhibe selon les espèces, la croissance et le développement des racines et s'oppose à certains effets de l'auxine.



Le rapport de l'acide abscissique aux gibbérellines détermine si la graine restera dormante ou germera (Richard, 1995).

*La lumière* : selon Heller *et al.* (1990), 70% des graines ont une photosensibilité positive, 25 % sont à photosensibilité négative et 5% sont indifférents. Chez le haricot (germination épigée) la lumière stimule l'hypocotyle qui se redresse, ce qui relève les cotylédons et l'épicotyle s'étend ensuite, ses premières feuilles apparaissent, grandissent, verdissent et commencent à fabriquer de la nourriture par photosynthèse, les cotylédons flétrissent et tombent du jeune plant, car l'embryon a consommé leur nourriture.

Il semble que ce soit principalement la lumière qui indique à la plantule qu'elle a percé le sol, l'hypocotyle d'un haricot ne commence à s'allonger qu'au moment où l'hypocotyle redressé capte la lumière, dans l'obscurité la plantule sera étiolée et elle meurt après avoir épuisé ses réserves de nourritures (Richard, 1995).

L'exemple de la germination du Pois (dicotylédones) est différemment de celui de l'haricot, l'hypocotyle s'incurve d'abord, puis son élancement et son redressement tirent délicatement l'extrémité de la pousse hors du sol. Les cotylédons du pois contrairement à ceux d'haricot restent dans sol.

*L'oxygène* : les graines utilisent l'oxygène existant sous forme de pellicule avec l'eau absorbée par la graine. La respiration est indispensable qui permet la production d'ATP et de la matière organique, la concentration de l'oxygène est de faible quantité, de l'ordre de 5 à 10% de la concentration atmosphérique. L'oxygène traverse plusieurs couches, pénètre par les téguments, la présence de phénols oxydables peut empêcher le passage, donc il sera piégé, alors dans ce cas on traite les semences par scarification.



Selon Côme (1982), il existe deux sortes de structures qui ne permettent pas le passage de l'oxygène : une structure non poreuse, où les cellules qui constituent l'enveloppe sont toutes jointives, et une structure poreuse, mais recouverte d'une couche superficielle imperméable (du mucilage par exemple) lorsque la graine est imbibée, l'oxygène doit traverser les enveloppes en se dissolvant dans l'eau d'imbibition.

*La température* : influe sur les activités enzymatiques, la perméabilité des membranes et l'entrée de l'oxygène ; les températures déterminent aussi la date des semis.

Selon les physiologistes les trois phases de la germination d'une semence figurées dans la courbe de germination sont validées par les mesures d'imbibition et d'activité respiratoire qui se trouve dans les trois phases. La première phase, c'est l'activité de la graine après déshydratation ; elle peut être plus ou moins lente pour certaines, graines (durée de latence). La phase *stricto sensu* c'est la plus importante car c'est la croissance ultérieure et la sortie de la radicule à ce moment la déshydratation devient fatale, par la suite c'est la croissance rapide (exponentielle).

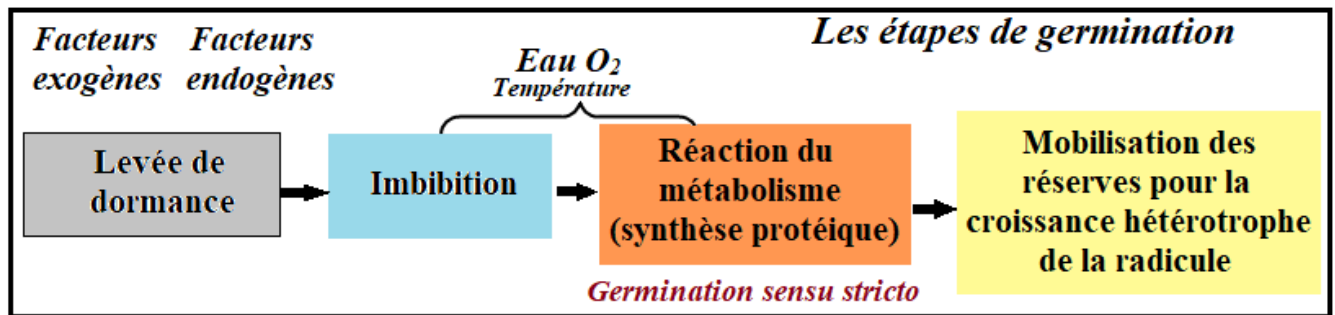
### **14 Mesures de la germination**

Depuis 2005, le processus de germination est défini et mesuré par des paramètres (Hoareau, 2012) :

*Courbe de germination* : Evnari en 1957 a démontré que la germination comprend trois phases successives (figure 16) : la phase d'imbibition, la phase *stricto sensu* et la phase de croissance.







**Figure 16** : Les différents facteurs impliqués dans la qualité germinative des semences (D'après Côme, 1993)

Jusqu'à la fin de la phase de germination *stricto sensu*, la semence peut être déshydratée sans être tuée, mais lorsque la radicule a commencée sa croissance, la déshydratation est fatale. Les résultats des essais de germination varient, selon l'origine des semences, les traitements qu'elles ont subis et les conditions de germination. Il est nécessaire de pouvoir exprimer de façon très simple ces résultats (Heller *et al.* , 1990 in Dadach, 2016). Les grandeurs les plus couramment utilisées telles que le pouvoir de germination, la capacité germinative ou la vitesse de germination (Heller *et al.* 1990 in Dadach, 2016).

*Capacité de germination* : représente le pourcentage de germination maximal ou taux de germination maximal, sa valeur dépend des conditions expérimentales et les traitements préalablement subis par les semences. En effet, le pouvoir germinatif et la capacité de germination ne donnent qu'une idée très imparfaite de l'aptitude à la germination d'un lot de semence, car il ne tient pas compte de la vitesse de germination ( Heller *et al.* , 1990 in Dadach, 2016).

*Vitesse de germination* : diverses grandeurs peuvent être choisies pour exprimer la vitesse de germination. Le temps de latence, fait référence au temps écoulé de la date de semis à l'apparition des premières germinations ; la vitesse de germination peut

s'exprimer par la durée médiane de germination (Scott *et al.*, 1984) ou par le temps moyen de germination (le temps au bout duquel on atteint 50% des graines germées).

### **15 Conclusion de la synthèse bibliographique**

La mise au point bibliographique relative à plusieurs domaines concernant le pistachier fruitier (*Pistacia vera* L), nous a permis d'abord de mettre en évidence son importance économique, ses exigences, mais également les différentes modalités de sa multiplication. En effet, nous en avons souligné tous les modes, traditionnels et modernes de sa propagation, notamment la multiplication végétative *in vitro*.

La meilleure méthode de production de porte-greffes est la voie sexuée. La reprise au greffage, quelle que soit la méthode utilisée, dépend directement du diamètre du porte-greffe et de sa vigueur (Aleta *et al.*, 1990). C'est pourquoi qu'il est important de préciser les meilleures conditions de comportement des jeunes semis en pépinières.

Des essais modestes sont entrepris ces dernières années pour introduire le pistachier vrai dans de nombreuses régions de notre pays. Cependant, plusieurs échecs ont été enregistrés dues principalement à la qualité des plants destinés aux reboisements.

Notre travail de Master a été réalisé en vue d'obtenir une germination homogène mais aussi de déterminer la profondeur de semis la plus favorable pour la culture du pistachier (*Pistacia vera* L.) et sa croissance ultérieure.



**PARTIE II**  
**ÉTUDE EXPÉRIMENTALE**



## 1 Matériel et Méthodes

Le travail expérimental a été réalisé dans la station ITAFV Ain-Temouchent, située à quelques kilomètres de la ville d'Ain-Temouchent, vers la route menant à Terga. Ce travail est inclus dans la mission ordinaire de la ferme de démonstration qui est la production et la diffusion du matériel végétal de base.

Le programme de cette campagne est la production de plants de pistachier vrai de deux variétés Achouri et Batouri par semis en sachets avec une quantité de semences de deux kilogrammes (01 kg pour chaque variété).

### 1.1 Matériel végétal

Provenance : les graines des variétés étudiées (Figure 17) ont été récoltées l'année en cours à maturité du parc semencier de la station de démonstration de Tighenif (Mascara).



**Figure 17.** Graines de *Pistacia vera*  
**A-** variété Achouri, **B-** variété Batouri



## 1.2 Méthodes expérimentales

### 1.2.1 Préparation du matériel végétal

Les graines sélectionnées sont mises dans un baquet d'eau à température ambiante, pendant 48 heures, avec un changement de l'eau chaque 12 heures. Un excès d'humidité peut influencer le pourcentage de germination et peut aboutir à une pourriture des graines (ISSR, 2007). Afin d'éliminer les graines vides, un trempage dans l'eau ordinaire a été appliqué. Les graines surnageantes sont considérées comme non viables ont été éliminées.

### 1.2.2 Substrats utilisés

L'objectif principal de cette expérimentation est d'étudier l'effet de la profondeur sur le comportement germinatif de deux variétés de pistachier vrai : Achouri et Batouri.

Le substrat est un support physique et le milieu de croissance qui doit assurer l'ancrage et l'oxygénation des racines et de fournir une bonne aération du milieu pour éviter la pourriture des racines. Le substrat utilisé dans notre expérience est composé de la terre végétale prélevée de la station ; sa composition est donnée dans le tableau 6.

**Tableau 6.** Composition du sol de la station ITAFV - Ain Témouchent

<i>Classification</i>	<i>Composition</i>	
<p><b>Classe</b> : sol à sesquioxydes de fer</p> <p><b>Sous-classe</b> : sol fersiallitique</p> <p><b>Groupe</b> : sol rouge à réserve calcique</p> <p><b>Sous-groupe</b> : sol rouge méditerranéen à réserve calcique, peu lessivé, à caractère vertique</p>	Calcaire total	0.88 peu calcaire
	Calcaire actif	Teneur négligeable
	K <sub>2</sub> O assimilable	1.16 meg/100g riche en potassium
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable	15.07 ppm pauvre en phosphore
	Azote totale (N)	1.12 g/kg pauvre en azote totale
	Carbone (C)	11.07
	Matières organique	1.90 teneur moyenne en matière organique
	Rapport C/N	10 rapport faible
	pH	7.80 basique
C E	0.31 ds/m non salin	



Les sachets utilisés pour le remplissage de la terre végétale sont en plastiques de polyéthylène de couleur noir de dimensions :

Diamètre : 20 cm

Hauteur : 55cm

Préparation des saches : Les sachets sont remplis jusqu' à 80% de hauteur, et sont disposés sur un terrain plat et placés sous formes rectangulaire, avec une largeur contenant un nombre de 10 sachets pour faciliter l'opération d'arrosage, de comptage et le suivi de la germination de chaque variété.

### 1.2.3 Semis

Après remplissage des sachets par le substrat, un arrosage a été effectué avant le semis pour faciliter l'enfouissement de la graine à la profondeur voulue deux lots sont séparés : le premier lot est désigné pour le semis des graines de la variété Achouri et le deuxième lot pour le semis des graines de la variété Batouri. L'opération de semis a été réalisé avec précision, à raison d'une graine par sachet, la pointe de la graine est mise en haut au milieu du sachet, en respectant la profondeur de semis étudiée (2 ; 4 et 6 cm) pour chaque variété (figure 18).

#### *La date de semis*

Le travail expérimental a été réalisé le 12 avril, à ciel ouvert sous les conditions météorologiques naturelles.

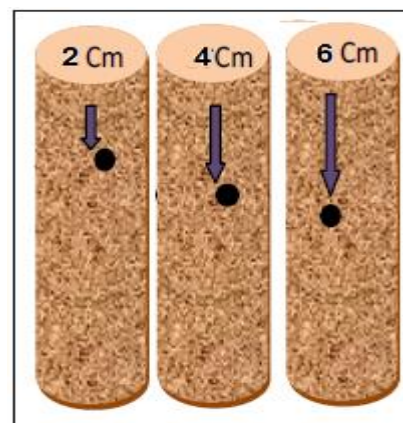


Figure 18. Profondeur de semis



### 1.3 Méthodologie de suivi mise en œuvre

*La durée de vie de latence ou temps de latence (TL)* fait référence au temps écoulé de la date de semis à l'apparition des premières germinations.

*le taux de germination (TG)* ou pourcentage de levée (% L ): pour un lot expérimental donné, est égal au rapport du nombre de graines germées (G) à celui du nombre de grains semées (N) multiplié par 100.

*le temps moyen de levée (TML)* exprimé en jours c'est la vitesse de levée, calculée par la formule simple :

$$T M L = (N_1T_1+N_2T_2+N_3T_3+\dots+\dots+\dots+N_iT_i) / (N_1+N_2+N_3+\dots+\dots+N_i)$$

Où

$N_1$  c'est le nombre de graines germées en temps  $T_1$ .

$N_i$  c'est le nombre de graines germées en temps  $T_i$ . (Temps exprimé en jours)(Côme ,1970)

### 1.4 Mesures des paramètres biométriques

La croissance des plantules a été suivie durant deux mois et une semaine (soit 68 jours) au cours desquelles, les mesures ont été effectuées en 5 périodes suivant la germination et la croissance des plantules. Dès l'apparition de l'épicotyle à la surface du substrat, la graine est comptée germée.



### *Hauteur de la tige (H)*

La hauteur (croissance verticale) a été mesurée à partir du collet jusqu'au bourgeon terminal de chaque plante, la prise de la hauteur a été effectuée sur tous les plants vivants, 5 fois suivant le calendrier ci-dessous :

25 du mois d'avril      après 13 jours de la date de semis

27 du mois d'avril      après 15 jours de la date de semis

03 du mois de mai      après 21 jours de la date de semis

09 du mois de mai      après 27 jours de la date de semis

19 du mois de juin      après 68 jours de la date de semis

### *Production foliaire*

La mesure du nombre de feuilles pour chaque plantule est très difficile à réaliser sur plus de 738 plants dans ce cas les mesures ont été effectuées sur des plantules faciles à mesurer.



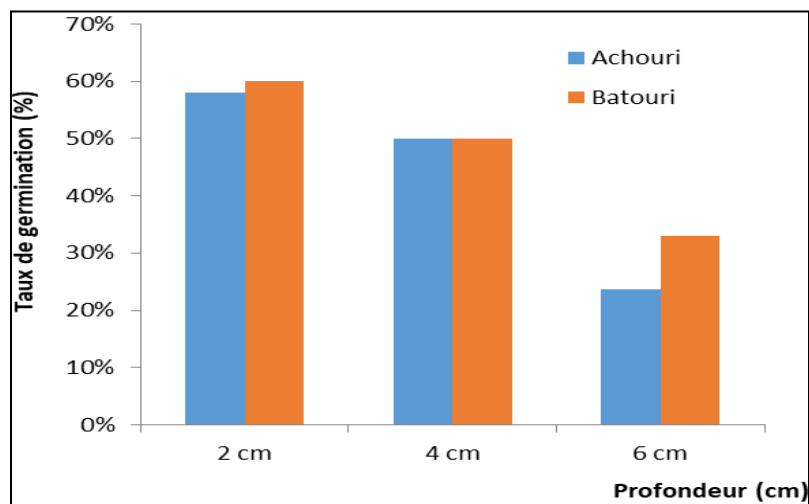


## 2 PRÉSENTATION DES RESULTATS

### 2.1 Levée de semis

#### 2.1.1 Effet de la profondeur sur le taux de levée

L'analyse de la figure 19, montre que les meilleurs taux de levée des plantules ont été enregistrés chez les lots de graines semées à une profondeur de 2cm avec 57,94 et 60% pour Batouri et Achouri respectivement.



**Figure 19.** Taux de germination en fonction de la profondeur de semis des graines de deux variétés de pistachier fruitier : Batouri et Achouri.

Nos résultats ont montré également que le taux de germination diminue en augmentant le niveau de la profondeur. La moyenne passe de 58,97% enregistrée chez les graines cultivées à une profondeur de 2 cm à seulement 28,33% chez les semences placées à la profondeur de 6 cm.

#### 2.1.2 Effet de la profondeur sur le temps de latence (TL) et le temps moyen de levée (TML)

L'analyse du tableau 8 montre que toutes les graines de la variété Batouri ont une vie de latence supérieure à 13 jours et seulement les graines semées à la



profondeur 6cm de la variété Achouri qui ont une vie de latence supérieur à 13 jours. La vitesse de germination est lente chez les graines de la variété Batouri. Elle varie entre 41 et 45 jours. Toutefois, chez la variété Achouri, la vitesse de germination est rapide : environ 34 jours pour les graines semées à une profondeur de 2 et 4 cm. Les semences de cette variété placées à 6 cm de profondeurs ont mis plus de temps pour germer (43,69 jours).

**Tableau 7** variation du temps moyen de levée et la durée de vie latence des graines de deux variétés(achouri,batouri) en fonction de la profondeur

<i>Profondeur (cm)</i>	<i>Achouri</i>			<i>Batouri</i>		
	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
<i>Nombre de graines semées</i>	340	368	300	200	200	200
<i>TL (jours)</i>	<13	<13	> 13	>13	> 13	>13
<i>TML (jours)</i>	34.36	34	43.69	42.68	41.60	45

Les figures 20 et 21 montrent la cinétique de levée des graines pour chacune des deux variétés étudiées. Ces courbes représentent les taux de levée cumulés pour une période de 68 jours. Nous pouvons remarquer trois étapes essentielles :

- Une première phase de latence qui varie entre 13 et 15 jours pour respectivement les graines de la variété Achouri et celles de la variété Batouri ;
- Une seconde phase exponentielle où la levée est accélère qui se situe entre environ le 15<sup>ème</sup> et le 27<sup>ème</sup> jours ;
- Une troisième phase montrant un arrêt de levée pour les deux variétés testées : 27 jours pour la variété Achouri et 68 jours pour la variété Batouri.



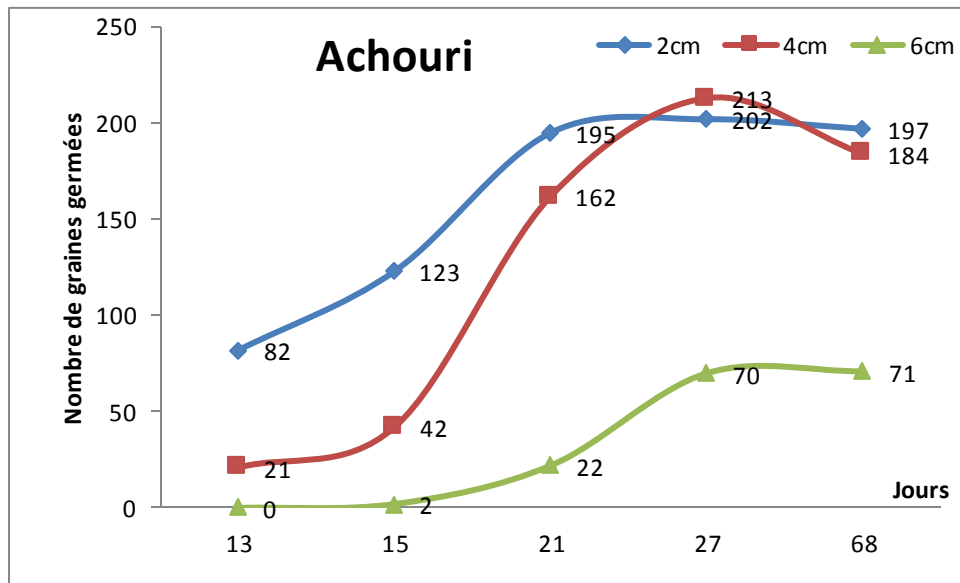


Figure 20 : Cinétique de la levée des graines de la variété Achouri en fonction de la profondeur

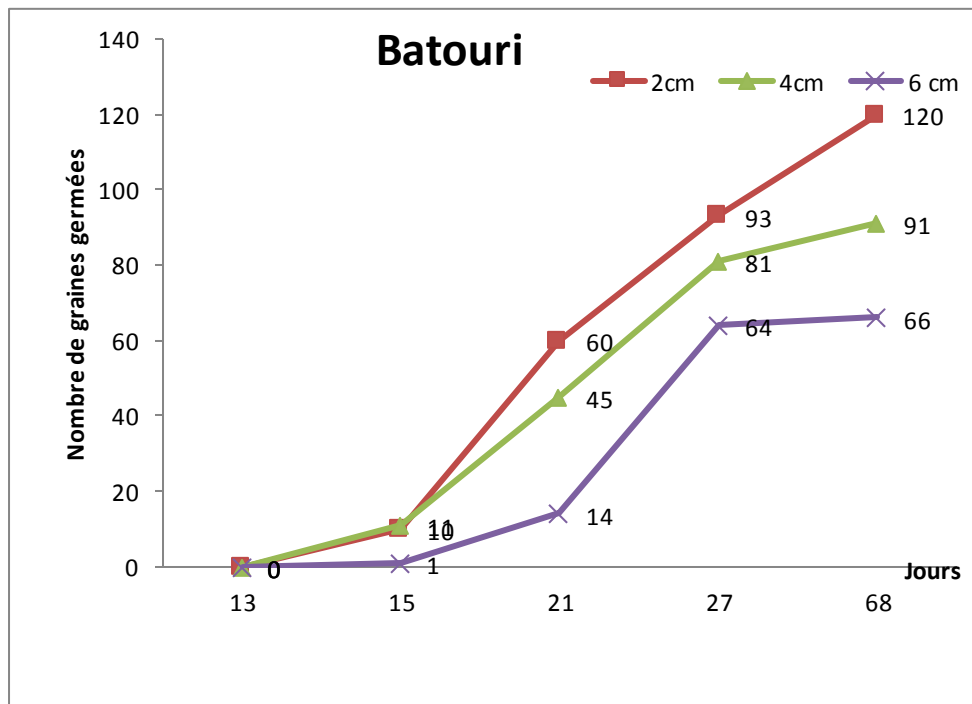


Figure 21 : Cinétiques de la levée des graines de la variété Batouri en fonction de la profondeur.



**2.1.3 Effet de la profondeur sur la croissance**

L'apparition des premières feuilles indique que la plantule est autotrophe. La croissance est l'ensemble des modifications quantitatives qui interviennent au cours du développement de la plante (Heller *et al* ,1995). Le tableau 9 montre l'effet de la profondeur de semis sur la croissance en hauteur.

**Tableau 8.** Effet de la profondeur de semis sur la croissance en hauteur des tiges (en mm) de deux variétés de pistachier vrai : Achouri et Batouri

<i>Profondeur</i>	<i>Variété</i>	<i>Temps en jours</i>				
		<i>13</i>	<i>15</i>	<i>21</i>	<i>27</i>	<i>68</i>
<i>2 cm</i>	<i>Achouri</i>	3,7	9,38	37,75	63,62	98,95
	<i>Batouri</i>	0	0,22	14,18	45,35	103,12
<i>4 cm</i>	<i>Achouri</i>	0,73	2,46	22,07	56,91	79,54
	<i>Batouri</i>	0	0,34	9,81	34,11	75,14
<i>6 cm</i>	<i>Achouri</i>	0	0	2,7	17,16	71
	<i>Batouri</i>	0	0	0	0	51,33

Les meilleurs résultats sont obtenus avec les lots de graines semées à une profondeur de 2 cm : hauteurs moyennes de 98,95 et 103,12 mm enregistrées respectivement chez la variété Achouri et la variété Batouri.

Le semés profond de 4 et 6 cm a induit une diminution de la croissance en longueur des jeunes germinations. En effet, la hauteur moyenne des tiges passe de 75 et 79 mm avec la profondeur de 4 cm à 71 et 51 mm avec la profondeur de 6cm.

La figure ci-dessous montre la croissance en hauteur chez les deux variétés de pistachier étudiées en fonction de la profondeur de semés.



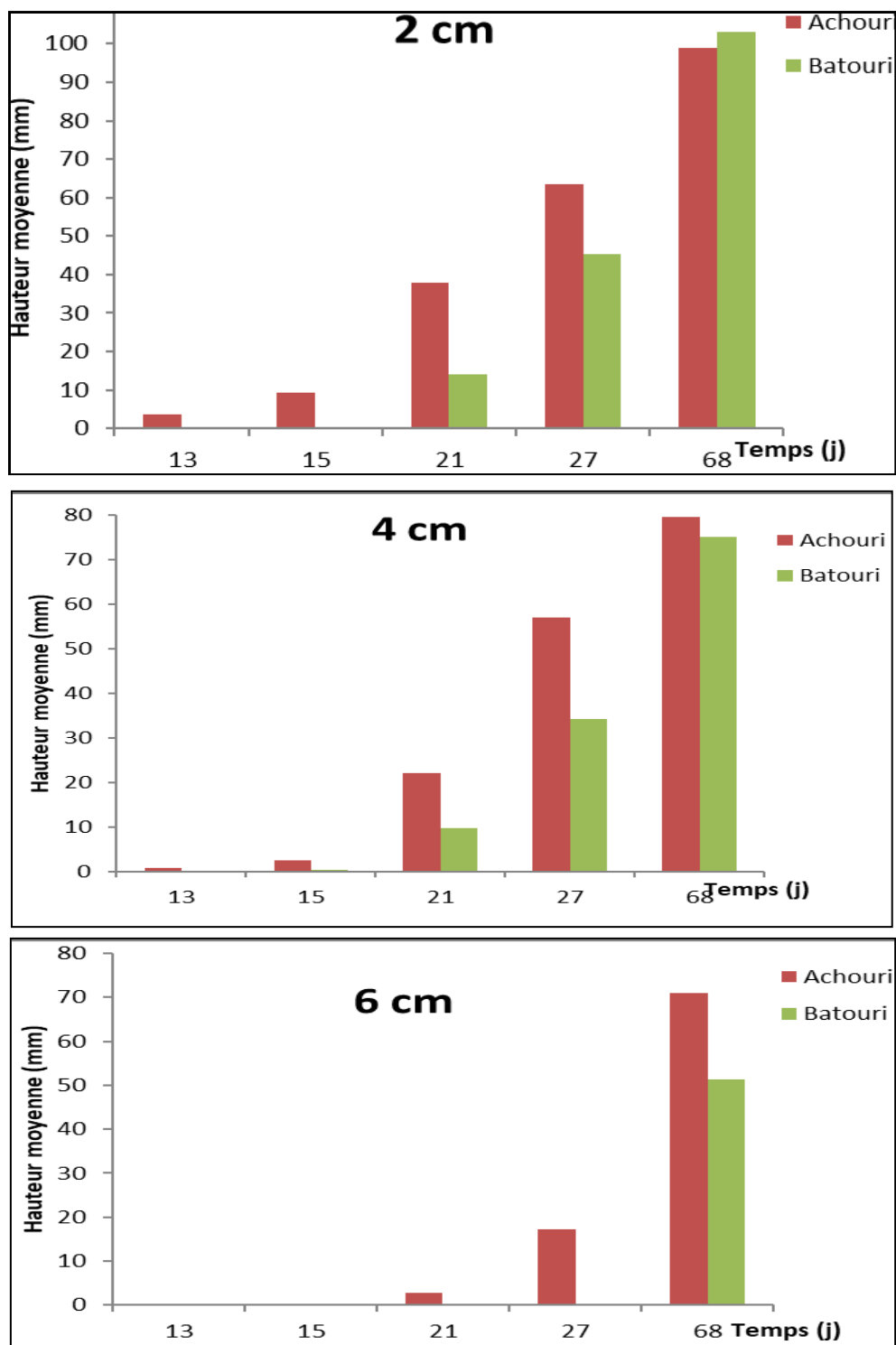
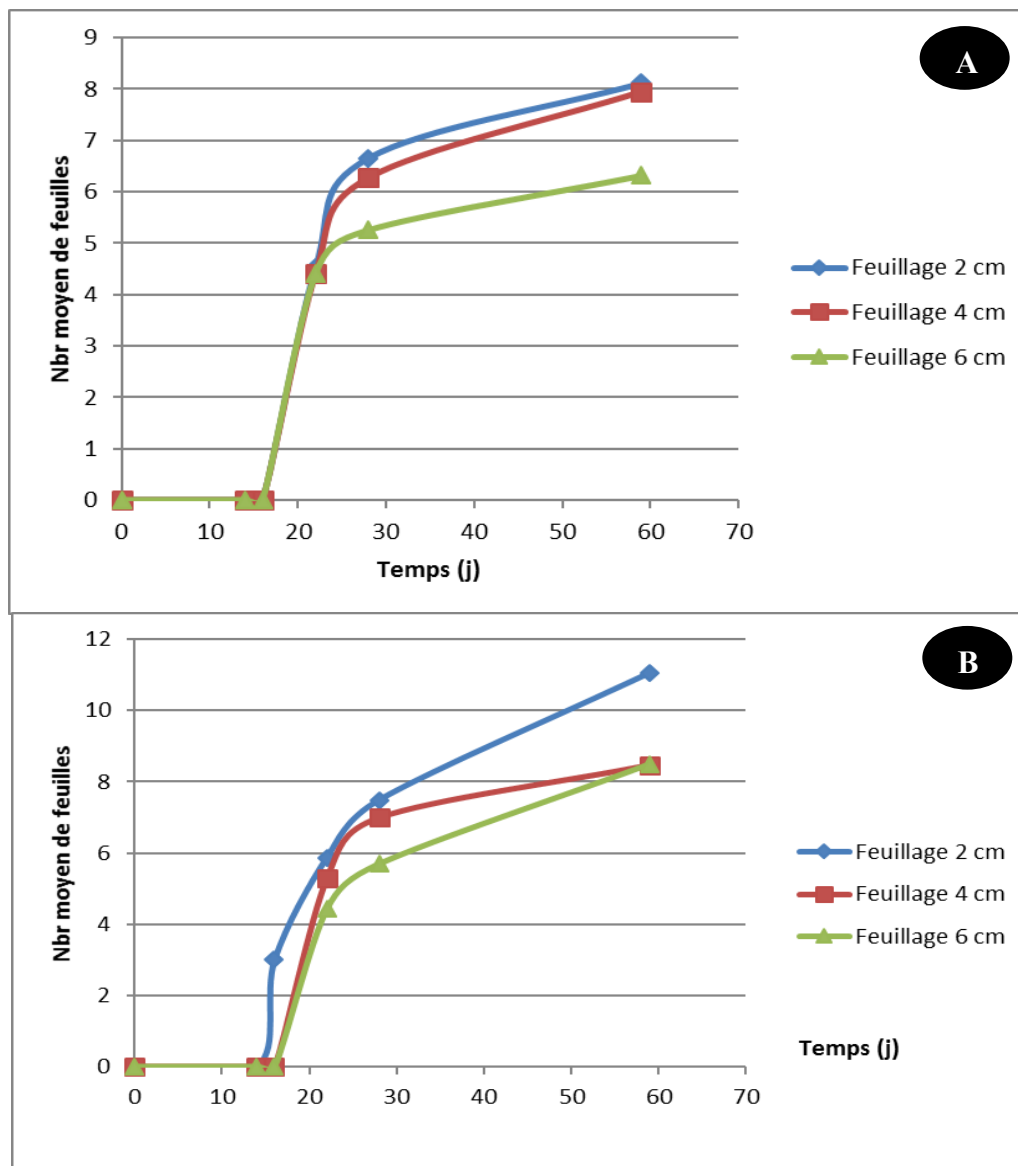


Figure 22. Effet de la profondeur de semis sur la croissance en hauteur de deux variétés de pistachier vrai : Achouri et Batouri.



**2.1.4 Nombre des feuilles par tige**

La figure 23 montre que le nombre moyen de feuilles produit par plant a augmenté indépendamment de la profondeur du semis avec une légère différence pour les deux variétés étudiées. Les meilleurs rendements ont été enregistrés avec les semis de la profondeur 2 cm (Figure 24).



**Figure 23** : Effet de la profondeur de semis sur le nombre moyen de feuilles par plant de deux variétés de pistachier vrai, Baouri (A) et Achouri (B).





**Figure 24:** Aspect qualitative des plants de *Pistacia vera* produits à différentes profondeurs : 2 ; 4 et 6 cm.



### 3 DISCUSSION DES RESULTATS

#### 3.1. Effet de la profondeur sur la levée

Dans un premier temps, nos résultats ont montré l'effet marqué de la profondeur de semis sur la levée des plantules de deux variétés de pistachier vrai, Achouri et Batouri. Les meilleurs résultats ont été enregistrés avec une profondeur de 2 cm. Un semis profond (4-6 cm) allonge la durée de la levée; réduit le pourcentage de germination.

La durée de la levée semble présenter une relation directe avec la profondeur de semis, ce qui rejoint les observations faites par plusieurs chercheurs (Arif, 1994 ; Tadjouri, 1998). En effet, ces auteurs ont noté que le semis profond retarde l'émergence des plantules. Il faut noter qu'en passant de 2 à 6 cm de profondeur on accuse une chute de 50 % d'émergence chez la variété Batouri.

Selon (Benvenuti et Macchia, 1995; Benech-Arnold *et al.*, 2000 ; Hireche, 2006), une diminution de la germination est observée avec la profondeur d'enfouissement dans le sol, cette réduction de germination s'explique généralement par des conditions anoxiques en profondeur pouvant conduire à l'accumulation de composés toxiques au voisinage des semences inhibant la germination.

En comparaison entre les deux variétés de pistachier fruitier étudiées (Achouri et Batouri), le facteur génétique (Côme, 1970) a un rôle capital dans la durée de vie latence. Cette dernière est supérieure chez les graines de la variété Batouri toutefois, la vitesse de germination est élevée chez les semences de la variété Achouri.

#### 3.2. Effet de la profondeur sur la croissance de semis

Dès l'entrée des plantules en autotrophie, l'ensemble des modifications morphologiques, croissance en hauteur, production foliaire, croissance en diamètre et développement racinaire sont dues à l'activité des méristèmes de la plante, les



méristèmes primaires apicaux (croissance en longueur) et les méristèmes secondaires, cambium, phellogène (croissance en épaisseur), cette activité est liée aux facteurs externes (températures, eau) et les facteurs endogènes, les gibbérellines stimulant l'élongation des entrenœuds.

La profondeur de semis a une influence sur la croissance en longueur des tiges des deux variétés testées (Achouri et Batouri). Le semis à une profondeur de 2 cm a donné la meilleure croissance en hauteur des jeunes germinations.



## **CONCLUSION GENERALE & PERSPECTIVES**



### CONCLUSION GÉNÉRALE ET PERSPECTIVES

En comparaison avec d'autres cultures, la culture du pistachier vrai donne des rendements appréciables, par ses caractéristiques d'adaptations et son rôle dans la réhabilitation des terres à faible productivité agricole. Le développement de sa culture revêt un intérêt certain pour de nombreuses régions arides et semi-arides en Algérie.

Des essais modestes sont entrepris ces dernières années pour l'introduire dans de nombreuses régions de notre pays. Cependant, plusieurs échecs ont été enregistrés dues principalement à la qualité des plants destinés aux reboisements.

Dans le cadre d'amélioration de la production et la qualité des plants chez le pistachier fruitier, nous avons entrepris ce travail ayant pour but l'étude de l'effet de la profondeur de semis sur la levée et la croissance des plants.

Dans un premier temps, nous avons montré que les graines semées à une profondeur de 2 cm germent rapidement et donnent les meilleurs taux de levée. L'émergence des plants diminue avec l'augmentation de la profondeur de semis. Une régression d'environ 50% a été enregistrée en passant de 2 à 6 cm de profondeur.

Dans un second temps, nos résultats ont montré l'effet marqué de la profondeur de semis sur la croissance et le développement des plants. En effet, les plants issus de graines semées à la profondeur de 2cm affichent la meilleure croissance en longueur avec une bonne production foliaire.

Bien que ces résultats sont encourageants, il est important de multiplier les essais pour d'autres variétés et d'autres facteurs extrinsèques comme la date de semis, l'entretien (arrosage, désherbage, etc.), afin de déterminer les meilleures conditions d'émergence, de croissance et de développement chez le pistachier vrai (*Pistacia vera* L).



## **RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**



**Références Bibliographiques**

- Arifa., 1994. Effect of seedling depth on emergence of *Argania spinosa* (L.) MAIRE. AL AWAMIA, 87: 149 – 154.
- Beddiaf S ,2016 contribution à l'étude de l'effet des facteurs abiotiques sur la germination de quelques adventives. Mémoire de Master, Département des Sciences Agronomiques, Université de Ouargla, 44 p
- Benech-Arnold R L., Gualano N., Leymaria J., Come C., Cornineau F., 2000. Hypoxia interferes with ABA metabolism and increases ABA sensitivity in embryos of dormant baobab grains. *Journal of Experimental Botany* 57, 1423-1430
- Benmahioul B ,2009. Amélioration de la micropropagation *in vitro* du pistachier (*Pistacia vera* L) en vue de l'extension des vergers en Algérie. Thèse de doctorat en Biotechnologie végétale, UST Oran, 136p.
- Benmahioul B., Kaid-Harche M., Daguin F., 2010. Étude de la germination et de l'effet du substrat sur la croissance de jeunes semis de *Pistacia vera* L. *Acta Botanica Malacitana*, 35 : 87 - 94
- Benmahioul B., Kaid-Harche M., Daguin F., 2015. Cryopreservation of *Pistacia vera* embryonic axes. *J. FOR. SCI.*, 61(4): 182-187
- Benvenuti S., Macchia M., 1995. Effect of hypoxia on buried weed seed germination. *Weed Research* 35, 343-351
- Boualem S, 2015. Contribution à l'amélioration des techniques de stratification et de greffage de quelques espèces du genre *Pistacia*. Thèse de doctorat, Université de Mascara, 158p.
- Boumaaza B., 2011. Effets de la salinité sur le comportement écophysologique et biochimique d'une culture de pois chiche (*Cicer arietinum*. L) au stade juvénile. Mémoire de magistère en science agronomique, Université de Tlemcen, 85p.



- Boutboul H,1986 la relance de la culture du pistachier fruitier dans le midi Méditerranéen .Rev.Hort ;n°-264,pp :25-29.
- Côme D., 1970. Les obstacles à la germination. Masson Editeur, Paris, 162p.
- Crossa R ; Germain E, 1982 -Avenir de la culture des arbres fruitiers à fruits secs dans les pays méditerranéens : Amandier ,Noyer ,Pistachier .Revue fruits , Vol7, n°10pp :617-626.
- Dadach M , 2016. Recherche des conditions optimales de la germination des graines de quelques labiées du mont de Tessala (ouest Algérien) et perspectives de conservation. Thèse de doctorat, Université de sidi bel Abbés, 143p.
- Dahli K ,2019 Action combine d'un herbicide et de la salinité sur la germination du Gombo ,2019 Doctorat en science biologique université Oran.
- Dahoui B. S., Hassad k. N., 2019. étude des paramètres de germination et de croissance des tiges dans deux milieux différents entre quatre variétés de pistachier vrai. Mémoire de Master, Université de mostaganem, 77p.
- Distribution géographique des espèces du genre Pistacia (d'après Al-Saghir,nerdi ,modifié par Rousou M ,2018).
- Evreinoff V. A. 1948. Le pistachier. Etude pomologique. *Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée*, vol. 2, n°7-9 : 387-415.
- - Hadj Brahim *et al* ,1998 –le Pistachier d'Alep et ces différentes techniques pp-59-162.
- Heller R *et al* ; 1995 .Physiologie végétale, Développement Tome 2, édition Masson, Paris 315.
- Hireche Y.A. , 2006. Reponse de la luzerne (*Medicago sativa* L) au stress hydrique et à la profondeur de semis. Mémoire de Magister, Université Al Hady Lakhdar-Batna, 83p



- Houareau D., 2012. Ecologie de la germination des espèces indigènes de la Réunion. Mémoire de master 2 : Biodiversité et écosystèmes tropicaux, Université de la Réunion, 40 p.
- kaddour Houcin A, 2008. Contribution à l'étude du comportement morpho-physiologique et biochimique de *Pistacia atlantica* Desf sp, stressée à la salinité. Mémoire de Magister, Université Es-senia Oran.
- Khelil A ; Kellal A ; 1980 .possibilité de culture et délimitation des zones à vocation Pistachier en Algérie, fruit, Vol 35, n° pp : 177-185.
- Khelil B., 2005. Contribution à l'étude de la germination et l'effet du substrat sur la croissance des jeunes semis de *Pistacia vera* L., Thèse d'Ingénieur en Foresterie, Université de Tlemcen, 40p.
- Krueger B et Ferguson L; 1995 *Pistachio* production (the Orchard ) university of California pp ;15-38.
- Pommel B. et Bouchard C., 1990. Influence du poids de la semence et de la profondeur de semis sur la croissance et le développement de la plantule de maïs. *Agronomie*, 10 (9): 699-706
- Silue A. P., Kouassi K. E., Koffi K.A.D., Soro D., 2017. Qualités germinatives des graines et croissance des plantules de *Isoberlinia* spp. en milieu contrôlé (pépinière). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 11(1): 93-106,
- Tadjouri S., 1998. Contribution à l'étude de l'effet de la profondeur de semis sur le comportement de 4 variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans la zone du Khroub. Thèse d'Ingénieur d'Etat, Université de Batna, 79 p
- Rousou M, 2018 identification des restes archéologiques du genre pistacia L:approche morphologique et morpho métrique traditionnelle et géométrique (Rousou M, 2018 ;Hal archives-ouvertes <http://dumas.ccsd.cnrs.fr>) p116.



- Talbi R, 2017. Effet du substrat sur la levée et la croissance de *Pistacia atlantica* Mémoire de Master en Foresterie, Université de Tlemcen, 41p.
- Saida H –Ovafi - cours de biologie ,2006.
- Zemani N,2009 réponse de la germination des graines de combo(*abelmoschus esculentus.L*) à l'action combinée de la salinité et de la gibbérelline.
- Zohary,1952 Amonographical study of the genus *pistacia* Palestine journal botanique pp 187 -228.





## **Annexes**



### Analyses statistiques : Effet de la profondeur

Analyse de variance: un facteur						
<b>Achouri</b>						
RAPPORT DÉTAILLÉ						
<i>Groupes</i>	<i>bre d'échantil</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>		
2 cm	340	33543	98,6558824	8039,70719		
4 cm	368	29031	78,888587	7043,13469		
6 cm	300	10777	35,9233333	4519,24159		
ANALYSE DE VARIANCE						
<i>rce des variat.mme des carr</i>			<i>egré de libertyenne des car.</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>ur critique pour F</i>
Entre Groupe:	648906,735	2	324453,367	48,9489545	5,1814E-21	3,00467981
A l'intérieur de	6661544,41	1005	6628,40239			
Total	7310451,14	1007				

Analyse de variance: un facteur						
<b>Batouri</b>						
RAPPORT DÉTAILLÉ						
<i>Groupes</i>	<i>bre d'échantil</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>		
2 cm	200	20520	102,6	8468,83417		
4 cm	200	14953	74,765	7587,77867		
6 cm	200	10060	50,3	5843,12563		
ANALYSE DE VARIANCE						
<i>rce des variat.mme des carr</i>			<i>egré de libertyenne des car.</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>ur critique pour F</i>
Entre Groupe:	273907,563	2	136953,782	18,7610161	1,2531E-08	3,0108152
A l'intérieur de	4358047,96	597	7299,91282			
Total	4631955,52	599				

