

***Étude de la germination des graines  
du *Pistacia atlantica* Desf. (pistachier  
de l'Atlas) et essai de multiplication  
de *Pistacia vera* L. (pistachier vrai) en  
pépinière selon deux types de greffes  
Ecusson et « Chip budding »***

**Par Melle AOUDJIT Hayet**

Directeur de thèse : M. BELARBI B. (MC)

Soutenu le : 15/10/2006

Devant le jury d'examen : **Président** : M. BELLATRECHE M. (Professeur) **Examineurs** : M.  
ABDELKRIM H. (Professeur) M. BOUDJNIBA M. (Professeur) M. KHELIFI L. (MC)



# Table des matières

Remerciement . .	5
Dédicace . .	6
Liste des abréviations . .	7
Résumé . .	8
ص غ ل م ل ا . .	9
Introduction . .	10
Première partie : Généralités sur le pistachier de l'Atlas et le pistachier vrai . .	13
I- Considérations écologiques . .	13
1- <i>Pistacia atlantica</i> :(figure 1) . .	13
2- <i>Pistacia vera</i> :(figure 4) . .	16
II- La multiplication sexuée et asexuée . .	23
1- La voie générative . .	23
2- La voie végétative . .	29
Deuxième partie : Matériels et Méthodes . .	36
I- Germination des graines de <i>Pistacia atlantica</i> : . .	36
1- Origine des graines . .	36
2- Germination des graines fraîches . .	36
3- Qualité des graines de <i>Pistacia atlantica</i> . .	37
4- Germination des graines conservées au froid . .	39
II- Greffage . .	42
1- Origine du matériel végétal . .	42
Troisième partie : Résultats et interprétations . .	46
I- Germination des graines de <i>Pistacia atlantica</i> . .	46
1- Germination des graines fraîches . .	46
2- Qualité des graines . .	50
3- Germination des graines conservées au froid . .	54
II- Le greffage . .	61
2 1- Greffage de la variété femelle Achouri . .	61
2 2- Greffage du clone mâle précoce . .	61
2 3- Greffage du clone mâle de saison . .	62
2 4- Greffage du clone mâle tardif . .	62
2 5- Croissance du porte greffe <i>P. atlantica</i> : . .	63
Quatrième partie : Discussion . .	65
I- Germination des graines . .	65
1- Effet de l'imbibition . .	65
2- Effet de la température . .	66
3- Effet de la lumière . .	67
4- Effet des provenances . .	68
5- Effet des inhibiteurs . .	69
6- Qualité des graines . .	70

<b>II- Greffage . .</b>	<b>72</b>
<b>1- Effet du diamètre du porte greffe . .</b>	<b>72</b>
<b>2- Effet de la période de greffage et le type de greffe . .</b>	<b>73</b>
<b>3- Effet de la technique de greffage en pépinière . .</b>	<b>73</b>
<b>4- Effet des traitements appliqués . .</b>	<b>73</b>
<b>5- Effet de la qualité des greffons . .</b>	<b>74</b>
<b>6- Effet du porte greffe . .</b>	<b>74</b>
<b>7- Effet de l'incompatibilité au greffage . .</b>	<b>74</b>
<b>Conclusion . .</b>	<b>76</b>
<b>Références bibliographiques . .</b>	<b>81</b>
<b>Annexes . .</b>	<b>89</b>
Annexe 1 . .	89
Annexe 2 . .	89
Annexe 3 . .	90
Annexe 4 . .	91
Annexe 5 . .	93

## Remerciement

Nous tenons à exprimer nos remerciements à notre directeur de thèse M. **BELARBI B.** (MC, INA, El Harrach) d'avoir bien voulu nous encadrer. Ses conseils, sa disponibilité, ses encouragements nous ont guidé tout au long de ce travail.

Toute notre gratitude s'adresse à **M. BELLATRECHE M.** (Professeur, INA, El Harrach), qui a accepté de présider notre jury. Ces critiques et conseils enrichiront sans aucun doute ce travail.

Nous remercions également messieurs: **ABDELKRIM H.** (Professeur, INA, El Harrach), **BOUDJNIBA M.** (Professeur ENS, Vieux Kouba) et **KHELIFI L.** (MC INA, El Harrach) qui ont accepté d'examiner ce travail et d'honorer de leur présence le jury.

Le **CSTRA**, pour nous avoir accepté au sein du projet.

Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail (ITAF, SAIDAL).

A MM. BOUBAKER Z. (CC, INA, El Harrach), et MORSLI A. (CC, INA, El Harrach) pour leur aide, conseils et soutien.

## Dédicace

*A ma famille. A mes amis (ies).*

# Liste des abréviations

mm : millimètre  
 cm : centimètre  
 m : mètre  
 ha : hectare  
 °C : degré Celsius  
 °N : degré Nord  
 °E : degré Est  
 ' : minute  
 h : heure  
 J : jour  
 % : pourcent  
 Kcal : kilocalorie  
 g : gramme  
 Kg : kilogramme  
 mg/l : milligramme par litre  
 ppm : partie par million  
 G<sup>o</sup> : germination  
 C<sup>o</sup> : conservation  
 D1 : diamètre 1  
 D2 : diamètre 2  
 D3 : diamètre 3  
 Fig : figure  
 Trt : traitement  
 GA<sub>3</sub> : acide gibbérellique  
 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : acide sulfurique  
 AIA : acide indole acétique  
 AIB : acide indole butyrique  
 Bout. Lign. : bouturage ligneux  
 R : rameaux  
 BL : bouture ligneuse  
 Bout. Herb. : bouturage herbacé  
 BSL : bouture semi ligneuse

---

Gref. CB : greffage en chip budding  
 GL : greffon lignifié  
 PG : porte greffe  
 L/ø : longueur ou diamètre  
 ♀ : femelle  
 ♂ : mâle  
 T<sub>0</sub> : sans traitement  
 T<sub>1</sub> : avec traitement  
 CB : chip budding  
 E : écussonnage  
 p : clone mâle précoce  
 s : clone mâle de saison  
 t : clone mâle tardif  
 TE : teneur en eau  
 VU : valeur utile d'un lot  
 CV : coefficient de vélocité  
 GU : nombre de graine utilisable par kilogramme  
 CB : chip budding  
 E : écussonnage  
 p : clone mâle précoce  
 s : clone mâle de saison  
 t : clone mâle tardif  
 TE : teneur en eau  
 VU : valeur utile d'un lot  
 CV : coefficient de vélocité  
 GU : nombre de graine utilisable par kilogramme  
 TA : températures alternées  
 Less. : lessivage  
 Lum. : lumière  
 Sc : stratégies de conservation  
 NaCl : chlorure de sodium  
 Nbr. : nombre

## Résumé

Notre étude s'est voulue être une compilation de données relatives aux exigences des semences du pistachier de l'Atlas ( *Pistacia atlantica* Desf. ) pour obtenir une germination optimale et au greffage du pistachier vrai ( *Pistacia vera* L. ) assurant le meilleur taux de reprise en pépinière.

Il apparaît à travers cette étude que pour obtenir une capacité de germination optimale, les semences du pistachier de l'Atlas doivent être fraîchement récoltées, être scarifiées (éliminer l'exocarpe mou), imbibées pendant 192h (l'eau étant changée toute les 24h), mises à germer en stratification (sable) humide et à 25°C.

Cependant, il faut tenir compte des autres facteurs, le diamètre, la durée du cycle d'éclairement par la lumière blanche et la provenance des semences.

L'estimation des critères de qualité des semences fraîches montre qu'elles sont de qualité satisfaisante. Toutefois, la teneur en eau des semences est faible en deçà même des limites pour des graines orthodoxes.

La conservation au froid (5°C) provoque l'apparition d'une inhibition de germination d'origine tégumentaire causée par les huiles grasses, essentielles et les tanins contenus dans les semences. Ces substances sont connues pour leur effet inhibiteur de la germination sous des conditions thermiques bien précises.

Néanmoins, il est possible d'appliquer des traitements susceptibles de lever cette inhibition (scarification totale ou partielle, stratification froide, lumière blanche, acide gibbérellique et le lessivage).

L'essai de greffage du pistachier vrai en pépinière selon deux type de greffe (écusson et chip budding), révèle qu'il est délicat de greffer sur des francs pied de moins de 2ans ( $\emptyset < 1\text{cm}$ ) et que le choix de la technique de greffage et la période sont des critères déterminants quand à la réussite du greffage.

**Mots clés:** Germination, pistachier de l'Atlas, (*Pistacia atlantica* Desf . ), conservation des semences, qualité des graines, greffage, pistachier vrai, (*Pistacia vera* L.), pépinière, écusson, chip budding.



## ص خ ل م ا

تهدف دراستنا إلى جمع ومعالجة المعطيات الخاصة لمتطلبات بذور البطم الأطلسي ( *P. atlantica Desf.* ) وهذا من أجل الحصول على أكمل الإنثاش وتكثير الفستق ( *P. Vera L.* ) حسب نوعي تطعيم للحصول على أحسن نسبة إنبات.

أظهرت الدراسات أن من أجل الحصول على أكمل فترة إنباش، يجب أن تكون البذور جديدة ومنزوعة العطائين الأوليين، وأن تكون وضعت في الماء لمدة 192 ساء، وتوضع كذلك في رمل مبلل تحت درجة حرارة 25°م. مع الأخذ بعين الاعتبار الضوء، القطر والمصدر الجغرافي.

فيما يخص نوعية البذور، العوامل المدروسة والمحسوبة تظهر أن هذه النوعية مقبولة. تظهر البذور المحتفظ في البرودة صعوبة في الإنثاش راجعة إلى الأغشية الخارجية للبذرة. الزيوت الأساسية والفسفوليبيدية معروفة بأنها تعجز الإنثاش تحت ظروف حرارية معينة.

محاولة تكثير الفستق ( *P. Vera* ) حسب نوعي التطعيم، سمح لنا بالقول أن التطعيم صعب وحساس على حوامل الطعم ذوي قطر أقل من اسم وأن اختيار التقنية ووقت التطعيم هما عوامل محددة لنجاح عملية التطعيم.

**الكلمات المفتاحية:**

الإنثاش، البطم الأطلسي، *Pistacia atlantica*، الإحتفاظ في البرودة، نوعية البذور، التطعيم، الفستق *Pistacia vera*، المشاتل، تقنيات التطعيم.

## Introduction

La diversité biologique est une condition de l'équilibre de la biosphère et de ses capacités d'évolution. L'évolution de ces dernières décennies, a été caractérisée par une tendance à l'uniformité génétique des ressources (surtout végétales), d'où l'intérêt pour les formes sauvages et adventices qui représentent le réservoir à long terme de la diversité génétique car elles continuent à évoluer avec leur environnement. L'évolution des écosystèmes est maintenue en développant des stratégies de protection de la diversité génétique adaptées aux types de matériel végétal et selon les différentes méthodologies disponibles.

Les ressources génétiques sont constituées par l'ensemble des espèces, races, variétés et génotypes d'un animal ou d'une plante, et afin de les préserver, elles sont rassemblées en collection (banques de gènes), de façons différentes suivant les types biologiques (les arbres forestiers et fruitiers sont conservés en vergers, les plantes à graines en chambre froide à 4 ou -20°C, ..., etc.). La conservation de la biodiversité revient à maîtriser les techniques de reproduction et de propagation des espèces.

La diversité biologique est la diversité de toutes les formes du vivant, elle est habituellement subdivisée en trois niveaux: diversité génétique, diversité spécifique et diversité écosystémique.

En Algérie la biodiversité est singularisée par une grande diversité de paysage, d'habitats et d'écosystèmes : marins dulçaquicoles, forestiers et montagneux et semi-aride et arides (environs 80% de la surface) (Anonyme, 1998). Ces écosystèmes se composent d'une flore indigène remarquable par sa variété et son adaptation, (il existe aussi une flore introduite - qui a souvent pris un place considérable dans tout le pays (eucalyptus, certains arbres fruitiers)- (Bounaga *in* Somon, 1987)). Mais, nous constatons que la plupart de notre matériel végétal indigène n'est ni identifié, ni amélioré et encore indisponible ce qui fait que nous gâchons encore beaucoup de germe.

Le développement des espèces végétales est tributaire de la maîtrise des techniques de propagation générative et végétative (production de jeunes plants en pépinière, parfaits, saints, vigoureux, identité variétale connue, ... etc.). En effet, la reproduction sexuée des arbres est une activité essentielle, puisqu'elle conditionne en grande partie l'avenir de la plantation, ce qui rend nécessaire la production massive de plants obtenus par semis supposant la maîtrise des phénomènes, souvent liés, de maturité des graines et leur aptitude à la conservation (Suzka *et al*, 1994). Quand à la multiplication végétative, celle ci fait fréquemment appel aux différentes techniques de bouturage, greffage et culture *in vitro*, lorsque les espèces sont réfractaires à la propagation par semis, préservation de l'identité variétale, contourner les problèmes de vieillissement, ... etc.(Franclét, 1983; Zryd, 1988).

La multiplication du pistachier de l'Atlas et du pistachier vrai nous a intéressées, dans le cadre du projet de recherche du Centre de Recherche Scientifique et Technique des zones Arides (CRSTRA) intitulé « Réhabilitation et propagation du pistachier en Algérie ».

« Il y a en première approximation que deux essences dans ce pays pour inspirer un même respect, le premier est le chêne zeen, l'autre est le bétoum » (Monjauze, 1968). C'est une espèce rustique, résistante, porte greffe du pistachier vrai et seule strate arborescente des dayas. Son écophysiole à fait l'objet d'un certains nombre d'études, mais il reste

---

encore des axes de recherches à développer parmi lesquels, la conservation, la germination des graines, les techniques de scarification rapide, le greffage, les méthodes de plantation et les propriétés technologiques du bois ainsi que les usages possibles.

Pour notre part, nous nous sommes intéressées à la germination et la conservation au froid ainsi qu'à la qualité des graines du pistachier de l'Atlas. L'expérimentation a porté sur des semences entières de sorte qu'elle n'en analyse que les manifestations d'ensemble. En effet, nous tenterons d'estimer comment chacun des principaux facteurs de la germination (l'eau, la température, l'éclairement et les inhibiteurs) interviennent pour permettre ou limiter la germination des semences. Les travaux consacrés à ce thème sont nombreux, les techniques de prétraitement, la production de plants en pépinière ont été largement étudiés, (Monjauze, 1968; Brousse, 1974; Ait Radi, 1976; Kellal, 1979; Chraa, 1988; Chaib Draa, 1994; Aléta *et al*, 1997; Kimba Zada, 2000). Cependant, les conditions de germination et les résultats obtenus diffèrent d'un auteur à l'autre.

Les tests que nous mènerons, auront pour but de déterminer les meilleures conditions de germination donnant les taux les plus élevés et l'obtention de renseignement sur la valeur des semences du point de vue du semis (qualité des graines).

Le pistachier vrai (fousteq) est la seule espèce du genre *Pistacia* qui ait réellement une importance économique et agronomique certaine, car son fruit est la pistache comestible. C'est un arbre rustique, tolérant vis-à-vis des conditions climatiques et pédologiques, intéressant à cultiver sous les étages climatiques semi-arides et arides (précipitation faible, sols pauvres). Ce fruitier a connu un accroissement certain de son importance favorisé par le développement de l'industrie de la confiserie et de la pâtisserie à base de pistache dont la production mondiale oscille entre 60000 et 95000 tonnes par an, le prix unitaire étant de 9,15 euro (Hadj Brahim *et al*, 1998). Cet essor de la production c'est fait grâce à la propagation du pistachier fruitier par greffage, car cette technique présente un meilleur rapport qualité/prix que les autres méthodes de diffusion. Pourtant, la production de plants par greffage est délicate, toutes les étapes de production, que se soit la germination des semences, la préparation des plants avant greffage, le greffage et la transplantation sont considérées comme particulièrement compliquées (Vargas *et al*, 1988; Aléta *et al*, 1997). En effet, il est requis l'utilisation de plants greffés les plus jeunes possibles et pourvus d'un bon système racinaire (semis des fruits germés en petits conteneurs et en châssis surélevés, lesquels, à l'âge de 2 à 3 mois seront plantés en conteneur ou en pépinière) (Roméro *et al*, 1988). De même, la détermination de la meilleure technique de greffage pour chaque type de plants (semis en verger, jeunes semis en pépinière ou plants en conteneurs) a été l'un des principaux obstacles au développement du pistachier dans le sud de l'Europe. Néanmoins, plusieurs techniques de greffage peuvent être envisagées avec succès entre le débourrement et le début du mois de septembre.

Pour le greffage en pépinière, les taux de reprise dépendent énormément de la vigueur du porte greffe, si ce dernier est très vigoureux, c'est la technique du placage qui est conseillé, dès que les bourgeons de l'année sont bien formés et commencent leur lignification.

Dans le cas des jeunes plants d'un an au moins ( $\varnothing < 1,5\text{cm}$ ) il faut assurer un minimum de réussite, greffer sur la jeune pousse de l'année et utiliser de préférence le chip budding aussi bien pour les greffons de l'année que pour ceux à œil dormant lignifiés et conservés au froid (Vargas *et al*, 1997).

Notre étude a donc pour but de:

## Étude de la germination des graines du *Pistacia atlantica* Desf. (pistachier de l'Atlas) et essai de multiplication de *Pistacia vera* L. (pistachier vrai) en pépinière selon deux types de greffes

---

- Etudier les paramètres influençant la germination des graines du pistachier de l'Atlas, pour ce faire nous mènerons trois essais (des tests de germination avec des graines fraîches, des tests de qualité des graines fraîches et des tests de germination avec des graines conservées au froid);
- Mettre en évidence l'effet de certains facteurs (diamètre du porte greffe, technique de greffage, sexe et traitement aux antioxydants et auxine) sur la reprise au greffage du pistachier vrai.

# Première partie : Généralités sur le pistachier de l'Atlas et le pistachier vrai

## I- Considérations écologiques

### 1- *Pistacia atlantica* :(figure 1)

---

Le *Pistacia atlantica*, pistachier de l'Atlas ou bétoum, est répandu en Afrique du Nord, il se rencontre dans les dayas, ses aires extrêmes, sous forme d'un peuplement clairsemé (Leutrech-Belerouci, 1981).

#### 1 1- Systématique

Emberger (1964) a classé le pistachier de l'Atlas dans:

Ordre *Terebinthales*

Famille *Anacardiaceae*

Sous famille *Rhoïdeae*

Genre *Pistacia*

Espèce *Pistacia atlantica* (Desfontaine, 1798)

Le pistachier de l'Atlas est divisé en 04 sous espèces (Hadj Brahim *et al*, 1998). Et selon le même auteur c'est la sous espèce *Pistacia atlantica atlantica* qui existerait en Algérie.

#### 1 2- Aperçu climatique, pédologique et phénologique

Le pistachier de l'Atlas à une aire de distribution géographique recoupant presque tous les étages du climat méditerranéen (Monjauze, 1968).

Il se retrouve dans le Domaine Maghrébin – Méditerranéen, le Domaine Maghrébin – Steppique et dans le climax forestier et steppique (Barry *et al*, 1974).

Néanmoins, il ne serait à sa place que dans la moitié de l'étage aride tempéré et de l'étage semi-aride, sous une fourchette pluviométrique allant de 250mm à 600mm (Monjauze, 1980). Pour d'autres auteurs, la tranche pluviométrique se situerait entre 150mm et 350mm (Hadj Brahim *et al*, 1998).

C'est une essence xérophile, résistant aux températures élevées (jusqu'à 49°C), mais peut aussi supporter des températures basses de -12°C (Djelfa) (Monjauze, 1968).

Les sols alluviaux des dayas, ceux de type ranker ou rendzine dans les régions montagneuses sont préférés par le bétoum.



Fig.1: *Pistacia atlantica* Desf.

(Source: Morsli A.)

Il se retrouve à des altitudes de 140m (Palestine), entre 800m et 1200m (Algérie) et 2000m (Iran) (Monjauze, 1980; Hadj Brahim *et al*, 1998).

Son système racinaire a un type d'architecture bien hiérarchisé comportant un épais pivot vertical, orthogéotrope à croissance rapide, indéfinie et de fines racines latérales plagiotropes à croissance lente et peu durable (Khichane, 1988).

Concernant son système de reproduction, le pistachier de l'Atlas est une espèce dioïque, les fleurs sont apétales, rougeâtres, en grappes terminales pour les mâles et axillaires pour les femelles.

Le fruit est une drupe monosperme, rougeâtre, de 06 à 08mm de long sur 05 à 06 mm de large (Ozenda, 1977). Pour Hadj Brahim *et al* (1998), les dimensions du fruit sont (03-04mm) X (04-06mm).

Les stades phénologiques du pistachier de l'Atlas sont de 04 pour la floraison mâle, 05 pour la floraison femelle et 04 pour les nouvelles pousses végétatives (Morsli, 1992).

### 1 3- Distribution géographique



**a- Dans le monde:(figure 2)**

Le pistachier de l'Atlas est une essence ubiquiste, il se rencontre de la latitude 45°N jusqu'au tropique du Cancer, des îles Canaries jusqu'au Pakistan (longitudes 20 à 40° E). Il se retrouve au Maroc, en Tunisie, en Libye, en Egypte, en Palestine, en Jordanie, en Syrie, en Turquie, en Grèce et en Algérie (Maire, 1926; Alyafi, 1979; Monjauze, 1965 et 1980; Hadj Brahim *et al*, 1998).

**b- En Algérie:(figure 3)**

Le bétoum se présente à l'état de groupements isolés. Il se retrouve surtout sur l'Atlas Saharien, dans le secteur du Sahara Septentrional et dans l'Ahaggar (les lits d'oueds, les ravines et les zones d'épandages) (Monjauze, 1965; Abdelkrim, 1985).



Figure2: Aire de répartition du Pistacia atlantica.



Figure3: Distribution algéro-tunisienne du Pistacia atlantica.

**1 4- Intérêts de l'espèce**

- Rusticité et résistance à la sécheresse, à un taux élevé de calcaire dans le sol (75%) et aux nématodes qui attaquent le pistachier vrai (Brousse, 1974);
- Lutte contre l'érosion et la désertification (Monjauze, 1968);
- Utilisé comme porte greffe du pistachier vrai et comme espèce pastorale (El Hamrouni et Sarson, 1974; Ouadah, 1982; Hadj Brahim et al, 1998);
- Les fruits sont comestibles et le bois est utilisé comme combustible (Monjauze, 1968);
- Emploi des huiles extraites du fruit pour l'alimentation (Barry *et al*, 1974);
- Les polyphores fournissent un tanin utilisé en peausserie (Barry *et al*, 1974);
- La résine mastic qui suinte du tronc donne « l'encre rouge des Tolbas » utilisé comme onguent (Monjauze, 1968; Barry *et al*, 1974).

### **1 5- Pathologie et ravageurs**

En Italie, le pistachier de l'Atlas employé comme porte greffe du pistachier vrai est particulièrement sensible à *Verticillium dahliae* (Avanzato et Cherubini, 1992).

Aux Etats-Unis d'Amérique (vergers californiens), il est sensible à *Phytophthora parasitica* et *Armillaria mellea* (Monastra *et al*, 1988).

## **2- *Pistacia vera* :(figure 4)**

---

Originaire du Moyen et Proche Orient, le pistachier fruitier est un petit arbre répandu dans tout le bassin méditerranéen où il est cultivé et subspontané (Ozenda, 1977).

### **2 1- Systématique**

D'après Emberger (1964), le pistachier vrai appartiendrait à:

Ordre ***Terebinthales***

Famille ***Anacardiaceae***

Sous famille ***Rhoïdeae***

Genre ***Pistacia***

Espèce *Pistacia vera* (Linnaeus, 1770)





Fig.4 : *Pistacia vera* L. (Source : Hadj Brahim et al, 1998)

### 2 1 1- Les variétés du pistachier vrai

Il existe plusieurs variétés suivant le pays d'origine mais Brousse (1974), ne cite que deux :

- La variété *Trifoliata* L., dont la feuille est composée de 3 à 5 folioles et le fruit ovoïde;
- La variété *Naboninensis* L., dont la feuille est composée de 3 à 5 folioles et le fruit arrondi.

Toutefois, l'espèce comporte un ensemble de cultivars différents par le volume des arbres, la croissance des branches, les caractéristiques des fruits (volume déhiscence, couleur, cumule du froid et de chaleur) (Anonyme, 1995), ils sont nommés différemment selon le pays d'origine.

Il existe des cultivars ou variétés syriennes, italiennes, grecques, afghanes, tunisiennes,... etc. mais il se trouve parfois que le même cultivar porte des noms différents, d'où l'intérêt de constituer des parcs à clones afin de faire un suivi et pouvoir distinguer les différences pour être à même ensuite d'identifier chacun d'eux.

Le tableau I, résume toutes les variétés ou cultivars des pays producteurs de la pistache.

### 2 2- Aperçu climatique, pédologique et phénologique

Le climat tempéré convient au pistachier vrai, sa limite de culture serait le 45° parallèle où les précipitations moyennes annuelles sont de 250 à 400mm/an, il peut même être cultivé

## Étude de la germination des graines du *Pistacia atlantica* Desf. (pistachier de l'Atlas) et essai de multiplication de *Pistacia vera* L. (pistachier vrai) en pépinière selon deux types de greffes

---

au-delà de ces limites (140mm/an en Syrie, 197mm/an à Sfax, Tunisie et 550mm/an à Gaziantep en Turquie) (Brousse, 1974; Hadj Brahim *et al*, 1998).

C'est une espèce xérophile, très résistante à la sécheresse supérieure même à celle du caroubier (Brousse, 1974).

Néanmoins, l'espèce ne produira en réalité que proportionnellement à l'eau reçue et au terrain, mais il faut aussi tenir compte de l'excès de pluie qui est un facteur limitant quant à la maturation du fruit (Anonyme, 1988; Brousse, 1974).

**Tableau I : Les différentes variétés du pistachier vrai dans le monde**

**Première partie : Généralités sur le pistachier de l'Atlas et le pistachier vrai**

Pays	Cultivars	Caractéristiques du fruit	
Chypre	Lanarca	Gros, déhiscent, fertile, vigoureux	
	Keri	Moyen, arrondi, rougeâtre, de bonne qualité, fertile, vigueur moyenne	
Iran	Wahidi	Gros, rond, déhiscent, amande vert claire à jaunâtre	
	Impériale de Dameghan	Gros, allongé, déhiscent, amande jaunâtre très appréciée	
	Ravzine	Petit, peu déhiscent, amande verte, mieux adapté aux zones froides	
Italie	Napolitana	Moyen, allongé, rouge vineux à crème	
	Femminella	Gros, arrondi, jaune crème	
	Agostara	Déhiscent, arrondi, bonne qualité, fertile, bon rendement	
Syrie	Achouri	Moyen, déhiscent, rouge, très productif, excellente qualité, très chère	
	Batouri	Gros, blanchâtre, peu déhiscent, peu vigoureux, bonne qualité	
	Alemi	Assez gros, déhiscent	
	Lazouardi	Petit, déhiscent, rose garance	
Tunisie	Sfax	Moyen, faiblement déhiscent, coloré, bonne qualité, fertile	
	Mateur	Fructification abondante	
Turquie	Uzun	Moyen, très productif, forte alternance, coque fine, amande vert clair	
	Kirmizi	Long, moyen, rouge, très productif, forte alternance	
	Halebi	Gros, alternance accusée, besoin en froid moindre, amande vert jaunâtre	
	Abiad miwani	Moyen à noyau blanc, déhiscent, excellente qualité, amande savoureuse	
	El Jallale	Petit, allongé, blanc rougeâtre, indéhiscent, de qualité, vigoureux, fertile	
	Aıntaby	Petit, comprimé, un coté blanc l'autre rougeâtre, indéhiscent	
	Ayini	Moyen, charnu, rouge foncé, très dur, indéhiscent, utilisé comme franc pied	
	Turkestan	Kal-y-mor	Petit, rougeâtre, déhiscent, amande fine et douce, vigoureux, fertile
Turkestan	Kouchka	Gros, blanc crème, peu déhiscent, de qualité, vigoureux, fertile, rustique	
	Akart Tchéchimé	Petit, un coté crème l'autre rosâtre, de qualité, vigueur moyenne	
	Ardam Elen	Moyen, rougeâtre, vigoureux	
	Pelengowali	Gros, arrondi, rouge foncé à violet, amande douce, vigoureux, fertile	
	Ali Deré	Assez gros, allongé, déhiscent, amande douce, foncée, faible vigueur	
	USA	Allepo	Gros, arrondi, rouge foncé, très déhiscent, amande douce, vigoureux, fertile, de qualité
		Bronté	Moyen, allongé, blanc crème et rougeâtre, amande fine, vigoureux, fertile
Kais		Assez gros, allongé, déhiscent, blanc ivoire, amande douce, assez vigoureux, fertile	

Les zones ayant une moyenne de température d'environ 7 à 7,5°C (pendant l'hiver) conviennent au pistachier, car il a besoin du froid (1000h à des températures inférieures à 7°C en hiver) mais aussi de chaleur en été pour lever la dormance des bourgeons et pour un bon et complet développement des fruits en fin de saison.

D'une manière générale, il s'accommode d'une large fourchette de température suivant les régions où il se trouve, de -30°C (comme limite de température minimum) à 45°C (comme limite de température maximum).

Cependant, le pistachier se développe mieux dans des régions ayant des hivers assez frais et des étés longs, chauds et secs, il est mieux adapté à la chaleur qu'au froid et il est sensible aux gelées printanières qui détruisent les fruits.

Le pistachier résiste bien aussi, d'une manière générale, aux vents chauds et secs tels que le sirocco.

Du fait de la grande souplesse de ses souches, le pistachier a une large faculté d'adaptation au sol, il peut pousser sur des terrains pauvres, squelettiques, acides (comme en Italie), calcaires (comme en Syrie), rocheux, pierreux, et argilo-sableux, ces derniers relativement profonds, légers, secs et avec une teneur élevée en calcaire actif (20%) ont la préférence du fousteq (Brousse, 1974).

Le pistachier spontané, ou sauvage, se développe à une altitude de 1700m et plus, le cultivé entre 600 et 1200m (meilleure altitude de culture) (Khelil et Kellal, 1980).

Le pistachier vrai est un arbre à port en gobelet, de 5 à 10m de haut, écorce gris cendrée, gercée avec beaucoup de nœuds, frondaison ample, branches pendantes peu ramifiées où les jeunes rameaux sont un peu rougeâtres, bois très dur, lourd, résistant, d'abord jaune puis brun rougeâtre chez les adultes, développement lent, longévité importante (150 à 500 ans) (Anonyme, 1964; Anonyme, 1988; Quezel et Santa, 1963; Brousse, 1974; Somon, 1987; M'lika, 1988).

Les feuilles sont composées (3 à 5 folioles), imparipennées, caduques, tomenteuses (à l'état jeune), glabres, luisantes au dessus et coriaces à l'état adulte, elles sont plus grandes chez les individus mâles (plus vigoureux) que chez les individus femelles.

Les folioles sont presque senilles (rarement une seule), ovales arrondies à l'apex ou macronulées à nervures proéminentes, la foliole terminale est plus grande, les latérales plus rondes.

Le pétiole est très court, pubescent à peine marginé ou anguleux.

Les fleurs sont unisexuées et regroupées en inflorescences, ces dernières sont portées par des pieds distincts (espèce dioïque) et se localisent sur les rameaux d'un an, les inflorescences mâles (reconnaissables au renflement ou deux sillons visibles sur le côté des fleurs) et femelles se composent respectivement de 450 à 500 et de 190 à 260 fleurs.

Ces dernières sont petites, apétales, verdâtres, possédant un pédoncule très court, elles sont protégées n'ont pas par un calice à 5 sépales mais par 3 à 7 bractées pour les fleurs mâles, et de 3 à 5 bractées pour les fleurs femelles. Elles s'épanouissent en avril – mai (jusqu'à juin) (M'lika, 1988).

La fécondation est anémophile et délicate réclamant des printemps secs.

Le fruit est une drupe de 2 à 3cm de long, sec, monosperme, ovale, pédonculé, rougeâtre, à pulpe mince, à coque dure s'ouvrant en deux valves, l'endocarpe est plus ou moins déhiscent à l'apex. La graine est monoembryonnée, allongée et d'une couleur vert clair, c'est une amande charnue constituant la pistache du commerce.

La fructification se produit vers l'âge de 7 à 12 ans chez les individus issus de semis, ceux greffés fructifient après 5 à 8 ans (selon les variétés et les soins apportés aux cultures).

Un rendement commercialisable n'est obtenu que quand l'arbre atteint 15 à 20 ans, mais la limite d'âge d'une bonne fructification est de 50 ans en moyenne (Hadj Brahim *et al*, 1998).

M'lika (1988), décrit 07 stades phénologiques, des bourgeons floraux jusqu'aux inflorescences.

La durée des phases phénologiques est plus longue chez les sujets femelles que chez les individus mâles, ce qui provoque un décalage entre leur floraison respective (Hadj Brahim *et al*, 1998).

La chute des fleurs (ou chalazogamie) peut être causée par un mauvaise nutrition ou un refroidissement, soit par une mauvaise pollinisation (fruits parthénocarpiques) (Brousse, 1974).

Le système racinaire est pivotant, vigoureux, s'enfonçant en profondeur dans les sols pauvres.

Toutefois, nous signalons que plusieurs pays producteurs de pistache n'utilisent pas le pistachier vrai comme porte greffe à cause notamment de la fragilité de son système racinaire.

## **2 3- Distribution géographique**

### **a- Dans le monde:(figure 5)**

L'aire naturelle du pistachier vrai s'étend de l'Iran à l'Afghanistan.

Sa culture remonte à l'ère de bronze (Chernova, 2000), il a été introduit en Europe vers le début de l'ère chrétienne.

Le pistachier cultivé se rencontre en Turquie (-5°C, 1150m); Syrie (1,4°C, 350mm/an, 346m); Iran (-24°C, 1500m); Italie (5°C, 722m); Tunisie (6,8°C, 21m); Grèce (0°C, 105m); Espagne, Portugal, Maroc (Miknes et Fez), Iraq (Mawssel), Liban (culture à l'état expérimentale), Jordanie (Aman) Libye (Tripoli et ses environs), USA (les variétés sont issues de Syrie, Italie, Iran et Algérie, elles sont cultivées en irrigué, les américains sont le deuxième pays producteur après l'Iran au niveau mondial), Chypre, Turkestan, Pakistan, Inde, Australie (Anonyme, 1988; Quezel et Santa, 1963; Brousse, 1974; Hadj Brahim *et al*, 1998; Stevenson et Shakel, 1998; Chernova, 2000).

### **b- En Algérie:(figure 6)**

Le fousteq a été introduit en Afrique du Nord par les romains, mais il est resté sous forme sauvage (Quezel et Santa, 1963; Brousse, 1974; Stevenson et Shakel, 1998).

C'est vers les années 1970, qu'il a été introduit à Batna (Timgad), Djelfa, Saïda (Ain El Hadjar, Sidi Amar), Bouira (Bir Madhi, Hammam Dhaala) . . etc.

En 1980, l'Institut de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne (ITAF, Boufarik) a introduit des variétés syriennes (Batouri Izraa, Achouri, Bondouki, Oleimi, Ain



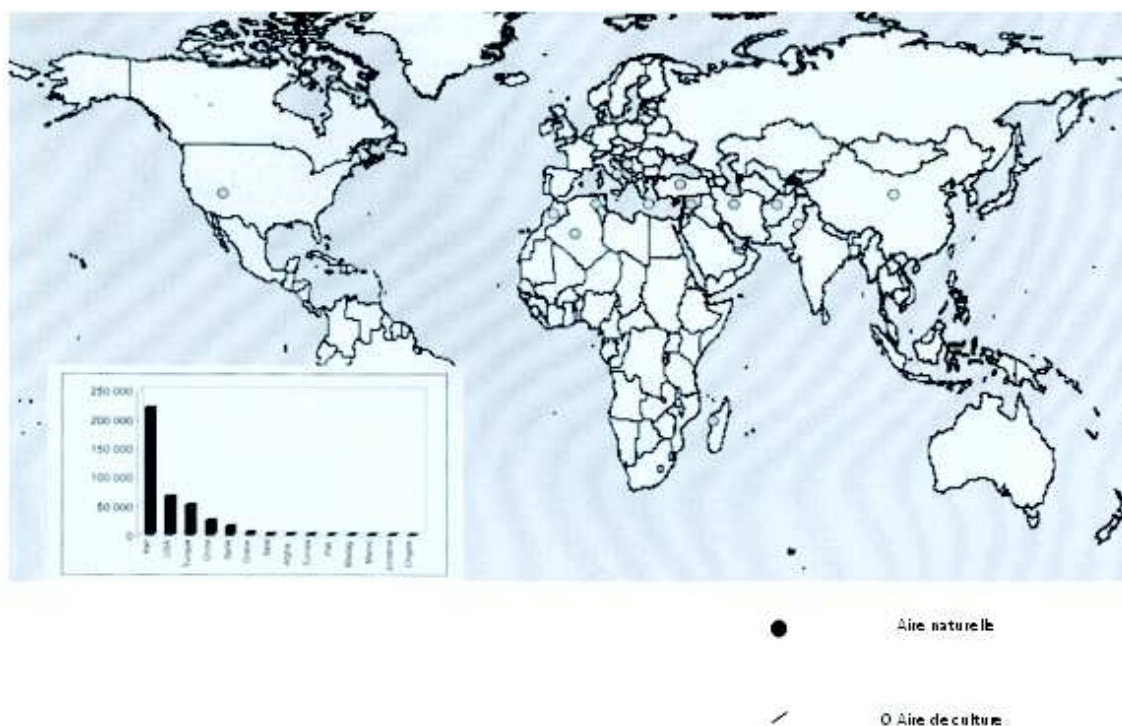


Fig.5 : Aire du distribution du pistachier vrai et production mondiale de pistache

(Réalisée à partir des descriptions de : Anonyme, 1988 ; Quezel et Santa, 1963 ; Brousse, 1974 ; Hadj Brahim et al, 1998 ; Stevenson et Shakel, 1988 ; Chernova, 2000)

Eltineh, les clones  $\alpha$  et  $\beta$ ) et des francs pieds de *Pistacia paleastina* et *Pistacia atlantica*.

Pour la culture du pistachier, Kellal (1979), propose trois zones (fig. 6) qualifiées de favorables (les hauts plateaux de Sedrata sud et de Tébéssa, Ain Mlila, Ain Beida, Khenchla, Chelghoum El Aid, Batna, N'gaous, Bordj Bouaridj, El Eulma, Sidi Aissa nord, Bouira sud, Ksar El Boukhari, Djelfa, Aflou, El Bayed, Frenda, Sougher, Mahdia, Saida, Borgtob, Mechria, Telagh, Marhoun et el Aoudj), moyennement favorables (Aris, Ksar Chellala et Ain Ouassara), peu favorables (Monts et plaines du Hodna).

Nous tenons à signaler que même si ces zones sont plus ou moins favorables à la culture du pistachier, il faudrait encore choisir la ou les variétés convenables.

## 2 4- Intérêts de l'espèce

- Le pistachier vrai produit la pistache de commerce qui est utilisée en confiserie, charcuterie et comme apéritif (Somon, 1987);
- La pistache possède une valeur calorique de 590Kcal/100g, mais sa composition biochimique est variable en fonction de la variété et des conditions écologiques (Ayfer, 1976; hadj Brahim et al, 1998);
- C'est le seul fruitier capable de donner une récolte importante sans irrigation (Hadj Brahim et al, 1998);
- Les sols occupés par lui donnent un pâturage de haute valeur (Hadj Brahim et al, 1998);
- Tolère toutes les conditions écologiques et peut être cultivé même sur les terres marginales (Brousse, 1974);

- Il représente une ressource non négligeable pour les cultivateurs des régions à faible précipitation (Hadj Brahim et al, 1998);
- L'extension de cette culture en Algérie peut constituer une source de devises grâce à la demande sans cesse croissante sur le marché international.

## 2 5- Pathologie et ravageurs

Le pistachier vrai est sensible à plusieurs insectes et champignons (Tableau II) dans ses aires de culture, que ce soit en Californie, en Italie, au Maroc... etc. il est atteint par diverses maladies (Anonyme, 1988; Brousse, 1974; Avanzato *et al*, 1992; Corrazza *et al*, 1992).

Tableau II: Les parasites du pistachier vrai

Pays	Parasites	Description	Auteurs
USA (Californie)	<i>Armillaria sp.</i> , <i>Phytophthora parasitica</i> , <i>Verticilium sp.</i> , <i>Brevipalpus levoisi</i> , <i>Capnodis tenebrionis</i>	Champignons du sol Acarien Capnode	Anonyme, 1988
Italie (Sicile)	<i>Alternaria alternata</i> , <i>Pileolaria terebinthi</i> , <i>Botriosphaeria ribis</i> , <i>Septoria sp.</i> , <i>Cytospora terebenthi</i>	Champignon	Avanzato <i>et al</i> , 1992 Corrazza <i>et al</i> , 1992
Régions méditerranéennes	<i>Pileolaria terebinthi</i>	Champignon	Brousse, 1974

L'ensemble des parasites et ravageurs de toutes les variétés du pistachier vrai ont été établis par Brousse (1974) d'après plusieurs auteurs qu'il cite.

## II- La multiplication sexuée et asexuée

### 1- La voie générative

#### 1 1- Généralités

La multiplication par voie de semence (générative) est de loin la plus rapide sinon la plus aisée (Anonyme, 1993a).

Le vocable semence ne désigne pas un organe défini, c'est un terme large qui englobe tous ce que peut disséminer une plante, entre autre les graines (étant l'étape finale de l'ovule fécondé, elles sont constituées d'une amande – qui elle-même contient l'embryon – et des téguments) et les fruits (résultant du développement de l'ovaire, ils se composent de la graine et du péricarpe) (Côme, 1970; Audinet, 1993).

La semence est considérée comme germée lorsque la radicule a percé les enveloppes (Anonyme, 1964; Anonyme, 1986; Côme, 1970).

« D'un point de vue physiologique, la perforation des enveloppes par la radicule, représente la phase finale de la germination ».

La germination sensu stricto commence avec l'imbibition de la semence et se termine avec le début de la croissance marquée par l'allongement de la radicule » (Côme, 1970).

La germination se distingue par 04 phases :

- Une phase d'imbibition (gonflement de la graine);
- Une phase d'activation (augmentation de la respiration);
- Une phase de mitose;
- Une phase finale marquée par l'allongement de la radicule.

Ces deux dernières phases correspondent à la phase de l'augmentation de la taille et la division des cellules qui provoquent l'apparition de la radicule (Audinet, 1993).

## **1 2- facteurs influençant la germination**

### **1 2 1- l'eau**

Pour pouvoir germer, la semence a besoin d'eau en quantité suffisante, mais un excès d'humidité peut se révéler néfaste (Côme, 1970; Audinet, 1993).

### **1 2 2- L'oxygène**

La germination requiert aussi des échanges gazeux convenables, particulièrement de l'oxygène nécessaire à l'augmentation du métabolisme, quand à la quantité elle varie selon les espèces et la perméabilité des enveloppes (Côme, 1970).

### **1 2 3- La température**

Une température convenable est nécessaire à la germination, pour chaque espèce végétale il existe une température optimum, minimum et maximum, en dessous et au dessus de ces seuils (minimum et maximum), la germination n'est plus possible (Côme, 1970 ; Kadik, 1987; Audinet, 1993).

### **1 2 4- La lumière**

La germination a également besoin d'un éclairage adéquat, selon la sensibilité des semences à la lumière, en effet si 70% des espèces sont des semences à photosensibilité positive (germination favorisée par la lumière), 25% sont à photosensibilité négative (germination favorisée par l'obscurité) et 5% sont non photosensible (germent à la lumière comme à l'obscurité) (Côme, 1970; Audinet, 1993).

### **1 2 5- Origine géographique**

En foresterie, la notion de provenance (race géographique, écotype) s'applique à la population d'arbres dans un lieu donné d'origine, elle désigne les diverses populations différenciées à l'intérieur de l'espèce (Calaham, 1964 ; Lacaze, 1993).

Le choix des provenances les plus adaptées est l'un des facteurs qui influent la plus sur l'établissement et la production d'une plantation (Calaham, 1964).

Quand on étudie les provenances, il faut faire attention à plusieurs points entre autre mesurer la variation due au milieu suivant la taille des graines et la vitesse de germination (Calaham, 1964; Bouravel, 1974; Lacaze, 1993).



### **1 2 6- Origine du pollen et position des graines sur la plante mère**

L'origine du pollen peut avoir un effet perceptible sur les besoins de maturation physiologique des graines et sur le taux de germination (Côme, 1970).

Les semences provenant des sommets des arbres germent mieux que les autres, alors que l'âge des arbres et les récoltes successives de fruits n'ont pas d'effet sur la germination (Côme, 1970).

### **1 2 7- Conditions climatiques**

Les conditions climatiques influencent les êtres vivants en général et les semences en particulier, selon la nature de la plante, les graines ne germeront que si ses conditions sont réunies, certaines ont besoin du froid pour germer, d'autres ne germeront qu'au chaud, d'autres encore nécessitent une certaine quantité de lumière. . . etc. (Bouravel, 1974).

### **1 2 8- Date et traitement après récolte**

La faculté de germination des semences est étroitement liée à leur degré de maturation (cerisier, frêne, prunier), ainsi l'âge des semences peut modifier les conditions thermiques nécessaires à la germination (pin maritime) (Côme, 1970).

### **1 2 9- Taille des semences**

Les caractéristiques dimensionnelles des semences influencent leur capacité germinative, chez plusieurs variétés de pommier et de poirier les graines les plus lourdes germent mieux et donnent des plantes plus vigoureuses, par contre ce sont les graines du *Pinus strobus* de taille moyenne qui germent le mieux (Côme, 1970).

### **1 3- L'inhibition de germination**

Même lorsque les conditions adéquates sont réunies, la semence peut ne pas germer. En effet, la germination exige l'absence de conditions défavorables, ces dernières sont inhérentes à la semence et peuvent être influencées par des facteurs externes tels que l'éclairement ou la température. Dans la nature, les facteurs sont rarement favorables, alors les semences rentrent en état de dormance (Côme, 1970 ; Suszka *et al*, 1994).

La dormance est un état physiologique particulier présenté par certains organes végétaux (graines) où la croissance s'arrête (Anonyme, 1981).

Pour Côme (1970), la dormance désigne l'état dans lequel se trouve une semence qui, bien que placée dans des conditions favorables à la germination, est incapable de germer. Dans la nature, la dormance sert à protéger les graines de conditions qui ne sont que temporairement propices à la germination.

Il existe deux sortes de dormance:

- Dormance exogène ou tégumentaire (imperméabilité à l'eau, présence d'inhibiteurs, résistance mécanique à la croissance de l'embryon du péricarpe ou des téguments);
- Dormance endogène ou embryonnaire (développement incomplet de l'embryon, germination bloquée par des facteurs internes).

C'est chez les semences de feuillus que les problèmes de dormance sont les plus remarquables (Muller, 1992), une mauvaise prise en compte de cette particularité et pour une large part responsable des mauvais rendements en plants en pépinière (Suszka *et al*, 1994).

Pour contourner ces problèmes et pour plus d'efficacité il est préférable de prétraiter les graines en conditions contrôlées (Suszka *et al*, 1994).

Certaines semences, présentant une dormance tégumentaire (enveloppes dures), doivent être scarifiées. La scarification est un traitement destiné à lever cette dormance, elle consiste à ramollir (trempage dans de l'eau ou de l'acide), percer ou fendre les téguments, elle peut être mécanique (incision), thermique (gel, dégel) et par lessivage (présence de produits chimiques).

Il arrive que des graines parfaitement développées ne puissent germer pour des raisons physiologiques. Le prétraitement le plus indiqué consiste à reproduire les conditions auxquelles les graines sont soumises dans la nature, ces dernières sont assurées lors d'un traitement généralement appelé stratification (Suszka *et al*, 1994).

La méthode consiste à disposer les semences en couches alternant avec celles d'un milieu retenant l'eau (sable, tourbe, vermiculite) et à les maintenir à basse température pendant une période donnée qui varie d'une essence à une autre (Audinet, 1993).

L'un des avantages des prétraitements est que se sont les seuls capables d'assurer un taux de germination élevé en un temps très court, en plus de l'économie des semences, du gain d'espace et la prévision et le raccourcissement de la période de repiquage (Audinet, 1993).

D'un autre coté, le moment le plus opportun pour exécuter les semis ne coïncide que rarement avec la date de récolte. Il est ainsi nécessaire d'entreposer les graines pendant un certain temps.

La conservation est définie par un ensemble d'opérations, qui vont de la récolte au semis, et qui permettent de conserver la viabilité maximale des semences.

Pour assurer une conservation à long terme, de la plupart des graines forestières, quelques facteurs sont indispensables à connaître : la catégorie de la graine (orthodoxe ou récalcitrante), la teneur en eau, la maturité des fruits, les conditions d'entreposage, la nécessité d'un dépulpage, les conditions de séchage et la nature du prétraitement. Tous ces éléments peuvent influencer la longévité et la viabilité futures des semences (Audinet, 1993).

## **1 4- Qualité des graines**

Le succès et la productivité d'une plantation dépendent essentiellement de la qualité des semences (Lacaze, 1993), celles-ci peuvent être caractérisées par toute une série d'information relative à cette qualité, cette dernière est définie par plusieurs tests, très importants, car à partir de leurs résultats la décision est prise de conserver ou non un lot (Suszka *et al*, 1994).

### **a- Analyse de la pureté**

La totalité de l'échantillon de travail doit être séparé en un certain nombre de composants: graines pures (intactes); graines immatures; graines ayant subi des dommages mécaniques; graines visiblement attaquées par des insectes, champignons, rongeurs; graines vides ou appartenant à d'autres espèces; impureté de l'espèce analysée (partie d'inflorescences, ailes, brindilles, feuilles, ... etc.); impureté d'origine minérale; autres impuretés.

Connaître la part totale qu'occupent ces différentes fractions dans la masse totale des graines est une information utile quant à la qualité de la récolte, au stockage provisoire, au nettoyage et au tri.

Seules les graines pures ainsi séparées sont ensuite utilisées pour l'estimation du poids des 1000 graines, celle de la teneur en eau, le test de viabilité, de germination et de levée des plantules (Audinet, 1993; Suszka *et al*, 1994).

### **b- Estimation du poids des 1000 graines**

Cet indicateur de la qualité des graines est d'un grand intérêt, combiné au pourcentage des graines pures, de germination ou de viabilité permet de calculer le nombre de graines utilisables par kilogramme de graines (Suszka *et al*, 1994).

### **c- Détermination de la teneur en eau**

Les fruits ou les graines sont pesés avant et après séchage, la différence entre le poids frais et le poids sec correspond à la quantité d'eau évaporée (perte à la dessiccation), les résultats sont ensuite exprimés en pourcentage d'eau rapporté au poids frais (Suszka *et al*, 1994).

La détermination de la teneur en eau est essentielle car, elle affecte la viabilité des graines et conditionne la réussite de la conservation. Une teneur en eau basse pour les graines orthodoxes (4 à 7%) permet de les conserver au froid pendant des périodes assez longues.

Il est nécessaire d'étudier les courbes de déshydratation des semences pour chaque espèce afin de connaître la teneur optimale en eau (assurant une conservation adéquate) et la teneur en eau létale (point ultime de la courbe).

Il est utile de connaître la teneur en eau à la sortie de conservation, ainsi un écart (une teneur en eau trop élevée pour les graines orthodoxes) traduirait un accident de conservation (Suszka *et al*, 1994).

### **d- Tests de viabilité**

Il existe plusieurs méthodes pour estimer la viabilité des graines (Suszka *et al*, 1994):

- Test à la coupe (les graines sont coupées longitudinalement au moyen d'un instrument tranchant qui doit trancher les cotylédons et l'axe embryonnaire, les graines saines ont un aspect blanc, crémeux, brillant)
- Test aux rayons X (aussi efficace que le test précédent, il consiste à irradier par les rayons X les graines, après développement celles pleines, vides, parasitées ou insuffisamment développées sont distinguées sur le négatif).
- Test de coloration (il offre une estimation potentielle mais rapide de la viabilité des graines, le test à l'indigo carmin colore en bleu les tissus morts et les tissus vivants ne se colorent pas, le test au tétrazolium colore les tissus sains en rouge, ceux endommagés ne se colorent pas).

### **e- Test de germination**

Les tests de germination permettent de comprendre les réactions de la graine face aux prétraitements et le comportement des graines semées en pépinière (Côme, 1970). Ils permettent aussi de connaître:

- Le pouvoir germinatif des graines (pourcentage de semences aptes à germer dans les conditions les plus favorables).
- La capacité de germination (pourcentage de semences capables de germer dans des conditions bien définies).

La vitesse ou l'énergie de germination (le temps mis par les semences pour germer, elle s'exprime par le taux de germination après un temps déterminé, par le temps nécessaire pour atteindre 50% de la capacité germinative et par le coefficient de vélocité de Kotowski (1926), qui intègre les temps de germination de chaque graine.

#### **f- Test de levée des plantules**

Une graine est considérée comme levée lorsque ses cotylédons sont complètement dégagés des enveloppes ou que l'épicotyle est sorti. Trois facteurs sont pris en compte : le milieu, la température et la lumière (Suszka *et al*, 1994).

En plus de ces tests, certaines caractéristiques secondaires peuvent être calculées : le poids des 1000 graines après hydratation ou déshydratation à un taux d'humidité déterminé, la valeur utile d'un lot, le nombre de graines utilisables par kilogramme (Suszka *et al*, 1994).

#### **1 5- Travaux effectués sur la multiplication sexuée de *Pistacia atlantica* Desf.**

La graine du pistachier de l'Atlas germe facilement pourvu que certaines conditions (maturité, bonne conservation, humidité convenable, température adéquate, un sol léger et bien aéré) soient réunies (Monjauze, 1968).

Les graines du bétoum exigent une stratification et elles ne doivent pas être semées avant que la température moyenne ait atteint au moins 12°C (Monjauze, 1968) ;

La coque des graines du pistachier de l'Atlas gêne la germination et doit être enlevée avant la plantation, le pourcentage ne dépasse pas 50% lorsque les graines en coque sont trempées pendant une journée dans de l'eau du robinet à 10°C à 15°C (Brousse, 1974).

Quant à Ait Radi (1979), il obtient au laboratoire après 45 jours d'essai, 60% de germination avec des graines scarifiées mécaniquement et 20 à 28% de germination avec des graines traitées à l'acide sulfurique.

Chraa (1988), parvient à avoir 93% de germination à 22°C après un prétraitement à l'eau salée pendant 48h.

Chaib Draa (1994), a obtenu 83,3% et 53,3% de germination pour respectivement la provenance Messaad et Hassi Bahbah.

Les causes des différences des taux de germination sont attribuées aux contraintes anthropiques des régions semi arides, les conditions extrêmes actuelles des dayas et des oueds à *Pistacia*, la désynchronisation phénologique entre les individus mâles et femelles, la provenance ainsi que l'épuisement des réserves des semences, la présence des huiles et de l'endocarpe ligneux contribuent à limiter la régénération naturelle et au laboratoire du pistachier de l'Atlas (Monjauze, 1968; Brousse, 1974; Ait Radi, 1979; Kellal, 1979; Chraa, 1988; Abdelkrim, 1992; Morsli, 1992; Chaib Draa, 1994).

#### **1 6- Travaux effectués sur la multiplication sexuée de *Pistacia vera* L.**

Les travaux sur la multiplication par graines ne se font que pour l'obtention de sujet franc.

Ainsi, Frutos et Barone (1988), ont obtenu 87% de germination après scarification des graines et leur trempage pendant 24h dans une solution d'acide gibbérélique.

Pour Avanzato *et al* (1988), le taux de germination n'est que de 85% après une scarification chimique à l'acide sulfurique et une stratification froide.

De Palma et Palasciano (1992), ont obtenu 51% après une stratification au froid.

Aléta *et al* (1997), ont obtenu 70% après une scarification chimique, un trempage dans une solution de GA<sub>3</sub> et une stratification au froid humide.

Il apparaît donc d'après ces travaux que les taux de germination sont différents quels que soient les méthodes utilisées, ils n'atteignent jamais les 100% (Tableau III).

Tableau III : travaux effectués sur la multiplication sexuée des pistachiers:

Espèces	Scarification	Prétraitements	% G°	Auteurs
<i>P. atlantica</i>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> O (24h), 4°C	48	Kellal, (1979)
<i>P. atlantica</i>	/	H <sub>2</sub> O (24h)	50	Brousse, (1974)
<i>P. atantica</i>	HgCl <sub>2</sub>	Froid 4°C	83	Chaib Draa, (1994)
<i>P.atantica</i>	manuelle	H <sub>2</sub> O (48h)	/	Khichane, (1988)
<i>P. atantica</i>	manuelle	Eau salée (48h)	96	Chraa, (1988)
<i>P. atantica</i>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Froid 5°C (60j)	80	Avanzato <i>et al</i> , (1988)
<i>P. atantica</i>	/	Toile humide GA <sub>3</sub> 24h	/	Romero <i>et al</i> , (1988)
<i>P. atantica</i>	Mécanique, chimique	Froid humide GA <sub>3</sub>	80	Aléta <i>et al</i> , (1997)
<i>P. vera</i>	mécanique	Coton GA <sub>3</sub> 24h	85	Frutos et Barone, (1988)
<i>P. vera</i>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Froid 5°C (60j)	85	Avanzato <i>et al</i> , (1988)
<i>P. vera</i>	/	GA <sub>3</sub> 24h	/	Romero <i>et al</i> , (1988)

Pour cette espèce économiquement importante, la propagation par semis est délaissée au profit de la multiplication végétative car pour plusieurs auteurs le système racinaire des jeunes plants n'est pas très vigoureux.

## 2- La voie végétative

La reproduction asexuée est fondée sur deux bases : la totipotence cellulaire et le pouvoir de régénération (dédifférenciation puis différenciation) (Martin, 1977; Liard, 1984).

De nombreux programmes d'amélioration et de production incorporent ou s'appuient sur la multiplication végétative (Cornu et Boulay, 1986; Pâques, 1996).

Il existe différentes techniques de reproduction asexuée : marcottage, bouturage, greffage et culture *in vitro*.

### 2 1- Le marcottage

Le marcottage n'est pratiqué que comme substitut du bouturage dans les cas difficiles (cas du goyavier), mais en ce qui concerne les pistachiers deux sortes de marcottage sont effectuées (Larue, 1960):

- Marcottage simple (peu utilisé car l'enracinement est lent et les sujets obtenus ne sont pas vigoureux ;

- Marcottage en cépée (très utilisée en Afghanistan), l'enracinement est lent et défectueux mais les sujets obtenus sont vigoureux et la mise à fruit plus rapide.

## **2 2- Le bouturage**

Le bouturage est une technique utilisée dans les programmes d'amélioration de nombreuses espèces: merisiers, frênes, érables, chênes, aulnes, noyers, hêtres, pruniers, platanes, peupliers, acacia, agrumes... etc. (Cornu *et al*, 1977; Cornu et Boulay, 1986; L'Helgoual'ch, 1987; Boudru, 1992; Belem, 1994).

Pour le pistachier vrai plusieurs auteurs s'accordent à dire que le bouturage ne convient pas à cette espèce (Anonyme, 1988).

Mais Assaf (1977), réussit à obtenir un enracinement de boutures ligneuses physiologiquement adultes de pistachier vrai par une méthode qu'il a appelé « greffage intercotylédonnaire ».

Quant au pistachier de l'Atlas, il est difficile de le bouturer (Ait Radi, 1979; Djerrah, 1991; Aoudjit et Mouissa, 1997) si certaines conditions ne sont pas respectées (plants juvéniles, étiolement des pieds mère, traitement à L'AIB en « puls », enracinement sous brouillard) (Aléta *et al*, 1997).

## **2 3- La culture *in vitro***

La micropropagation est susceptible de contourner les problèmes de vieillissement des arbres ainsi que leur assainissement (Franclet, 1983; Cornu et Boulay, 1986 ; Zryd, 1988; Cornu et Verger, 1992; Pâques, 1996).

Pour le pistachier vrai, c'est la technique du microgreffage qui est utilisée (Mederos Molina et Trujillo, 1994).

Des travaux ont été réalisés sur la culture *in vitro* du pistachier de l'Atlas, les résultats obtenus diffèrent selon les méthodes utilisées (Mederos Molina, 1991; Aoudjit et Mouissa, 1997).

Certaines plantes ne peuvent être multipliées, de façon à obtenir des résultats satisfaisant, que par une seule méthode, c'est le cas du pistachier vrai.

En effet, étant un arbre fruitier et récalcitrant au bouturage, le greffage apparaît être comme la meilleure technique de diffusion de cette espèce (Anonyme, 1988).

## **2 4- Le greffage**

Greffer (enter), c'est implanté dans les tissus d'un végétal porte greffe un bourgeon ou un fragment d'organe quelconque (greffon) détaché du même individu ou un autre de telle manière qu'il y est soudure, passage de sève et développement de manière durable (Champagnat, 1980; Nicholas et Roche Hamon, 1987).

Après soudure, le porte greffe alimentera le greffon qui se développera pour constituer le végétal souhaité (Burgue, 1978), car c'est du greffon que naîtront toutes les branches de la plante fille, c'est ce qui déterminera la qualité des fruits, le rendement, la précocité et tardivité du cycle de production, la résistance aux maladies et ravageurs pouvant attaquer la cime, le port de l'arbre. Le porte greffe pour sa part déterminera la vigueur de la plante, la forme de l'enracinement, la résistance aux maladies et ravageurs du tronc et des racines.



Si le porte greffe et le greffon appartiennent au même individu, il s'agit d'une autogreffe, s'ils proviennent d'individus différents d'une même variété ou espèce, on parle d'homogreffe, l'union d'espèces ou de genres différents est une hétérogreffe (Champagnat, 1980).

#### **2 4 1- Utilités et défauts du greffage**

- Conservation des caractères spécifiques ou variétaux (Champagnat, 1980);
- Fixation des anomalies et des mutations souvent intéressantes (Bretaudaux et fauré, 1992);
- Conservation et propagation des cultivars stériles (Champagnat, 1980; Nicholas et Roche Hamon, 1987);
- Transformation rapide d'un arbre donnant des produits inférieurs en le surgreffant à une variété fruitière de choix (Nicholas et Roche Hamon, 1987; Bretaudaux et fauré, 1992);
- Adaptation d'une essence à un terrain où elle ne peut se développer naturellement (sols ingrats, climat défavorable) (Champagnat, 1980; Nicholas et Roche Hamon, 1987; Bretaudaux et fauré, 1992);
- Fructification précoce et abondante (Champagnat, 1980; Nicholas et Roche Hamon, 1987; Bretaudaux et fauré, 1992);
- Reconstruction des individus à système racinaire déficient par un autre résistant (Champagnat, 1980; Bretaudaux et fauré, 1992);
- Remplace le bouturage quand celui-ci est impossible ou bien fournit des végétaux peu vigoureux (Nicholas et Roche Hamon, 1987);
- Rajeunissement des arbres âgés par greffage successifs ou greffage en cascade (Champagnat, 1980 ; Franclét, 1983).

L'inconvénient majeur reste la diminution de la longévité (vieillesse précoce) des arbres greffés par rapport aux francs de pied (Champagnat, 1980; Nicholas et Roche Hamon, 1987; Bretaudaux et fauré, 1992). En plus d'être des techniques délicates à exécuter, il faut toujours respecter la compatibilité entre sujet et greffon (Anonyme, 1993).

#### **2 4 2- Conditions de réussite au greffage**

Pour que le greffage réussisse certains choix doivent être respectés (Giordano, 1976).

##### **a- Choix de l'époque**

Le greffage est réalisé à deux moments différents selon les espèces:

- Lors du départ de végétation, c'est la greffe de printemps (dite aussi à œil poussant) elle est réalisée entre avril et juin, les rameaux greffons sont récoltés lors du repos de végétation et l'œil se développe immédiatement après sa soudure au porte greffe.
- En fin de végétation, c'est la greffe d'automne (dite à œil dormant) elle est effectuée entre juillet et septembre, les rameaux greffons sont récoltés juste avant le greffage et l'œil ne se développe qu'au printemps suivant.

##### **b- Choix des greffons**

Les greffons sont pris dans la cime des arbres mère, se sont des segments terminaux qui satisfont le mieux, mais il faut qu'ils soient déjà aoûtés (Anonyme, 1993; Dupriez et Deleener, 1987).

D'après Bouherin et Bron (1989), les greffons doivent provenir de pieds mère sains et dont les variétés sont parfaitement identifiées. Il doivent être bien constitués, possédant au moins un œil viable et être issu de plantes de bonne vigueur ayant une végétation satisfaisante.

### **c- Choix du porte greffe**

Un bon sujet porte greffe doit être de vigueur convenable, bien adapté au sol et au climat, de bonne compatibilité avec le greffon pour assurer avec celui-ci une union solide et durable. De plus, il doit être sain et d'une multiplication aisée et économique (Cuisance, 1980).

### **d- Affinité entre porte greffe et greffon**

La notion d'affinité physiologique est liée à la compatibilité de soudure de l'assise cambiale et de vaisseaux libéro-ligneux et par corollaire, à la circulation de la sève entre le porte greffe et le greffon (Aubert et Vullin, 1997).

Le point de soudure entre le porte greffe et le greffon est appelé bourrelet de greffe, il est constitué de tissus cicatriciels, sa présence traduit une mauvaise circulation de la sève descendante. Dans le cas d'un goulot d'étranglement, la vigueur du porte greffe est freinée au niveau du greffon ce qui provoque la réduction de la taille de la couronne (Aubert et Vullin, 1997).

L'affinité entre le porte greffe et le greffon peut être d'après Sapin (1977):

- Bonne: la reprise au greffage est vélocité et la cicatrice au point de greffe s'estampe rapidement ;
- Faible: La reprise au greffage est assez lente avec un faible pourcentage, la soudure au point de greffe est faible, il y a formation d'un bourrelet de greffe ;
- Absente: elle s'exprime par la mortalité de tous les plants, soit immédiatement après greffage, soit elle se manifeste tardivement.

### **e- Mécanisme de soudure**

La soudure se fait par la prolifération des cals à l'échelon des sections du greffon et du porte greffe. Les deux assises cambiales doivent coïncider et les sections doivent être de préférence obliques de façon à augmenter les surfaces de contact.

Les cellules des deux cals s'accolent puis, dans chacun d'eux, se différencie un cambium néoformé donnant naissance à des faisceaux libéro-ligneux, la vascularisation entre greffon et porte greffe s'établit progressivement.

Dans le cas où la soudure serait défectueuse entre le greffon et le porte greffe, la cicatrisation est gênée ainsi que l'organisation et le fonctionnement normal des tissus conducteurs, la circulation de la sève se trouve ralentie, les matières de réserves ne migrent pas ou difficilement vers les feuilles et les racines. Ceci se traduit généralement par un retard dans la croissance (manque de vigueur, défoliation, brûlure de l'écorce et des tissus sous jacents) (Gagnard, 1978).

### **f- Les incompatibilités au greffage**

L'incompatibilité au greffage est un phénomène qui traduit l'inaptitude du greffon et du porte greffe à ne former qu'un.

Les incompatibilités au greffage peuvent s'exprimer selon quatre degrés:



- . L'incompatibilité totale (dégénérescence rapide du greffon);
- . L'incompatibilité localisée (cassure à l'endroit de la greffe);
- . L'incompatibilité biochimique (accumulation d'amidon au dessus du point de greffe);
- . L'incompatibilité virale (présence d'un virus).

### **2 4 3- Techniques de greffage utilisées chez le pistachier vrai**

Il existe différentes techniques de greffage, elles sont choisies en fonction de l'espèce et de l'époque de greffage. Le pistachier vrai est greffé selon quatre techniques suivant les pays et les auteurs.

#### **a-La greffe en écusson**

C'est la technique la plus avantageuse pour multiplier à grande échelle les arbres fruitiers avec un minimum de matériel végétal (Lerterme, 1989), elle est d'une exécution rapide et la reprise à peu près assurée (Bretaudau et Fauré, 1992). Cette technique consiste à prélever sur le rameau un œil bien développé et à l'introduire dans une entaille en T pratiquée sur l'écorce du sujet. Le greffon est constitué d'un œil, d'une portion d'écorce et du pétiole de la feuille qui protège le bourgeon et permet ensuite de déterminer si la greffe a pris – si le pétiole tombe, l'opération a réussi, s'il reste attaché, elle a échoué- Après, une ligature est effectuée qui ne laisse saillir que l'écusson (Gorini, 1988).

Il est à noter que cette technique a été légèrement modifiée pour le pistachier vrai, en effet, l'incision de l'écorce se fait en T renversé ce qui est sensé améliorer la reprise au greffage (Brichet, 1931).

#### **b- La greffe en « chip budding »**

Elle est appliquée sur les jeunes sujets non aoûtés, il y a une meilleure végétation, un bourrelet plus régulier donc une meilleure circulation de la sève. Un morceau de l'écorce est enlevé au porte greffe, il sera de la même dimension que celle du greffon possédant l'œil. Puis il y a accollement et ligature. Pour le pistachier vrai cette technique donne des résultats supérieurs au greffage en écusson (Aléta *et al*, 1997).

#### **c- La greffe en fente**

C'est une greffe d'hiver réalisable de février à avril sur des sujets de trois à cinq ans d'âge, les greffons doivent avoir deux à trois bourgeons.

Le sujet est rabattu à 15-20cm au dessus d'un œil et fendu diamétralement sur une longueur de 2 à 4cm selon la taille du porte greffe et du greffon, celui-ci, long de 12 à 15cm, porte 3 à 4 yeux, est taillé en double biseau sur 3 à 4cm et insérer dans la fente du porte greffe. L'ensemble est ligaturé et mastiqué.

L'effeuillage du porte greffe au moment du greffage pourrait accélérer la reprise et la croissance du greffon. Cette méthode est utilisée en Iran pour propager le pistachier vrai, mais elle est compliquée et exige beaucoup de temps et de matériel de greffage (Larue, 1960).

#### **d- La greffe en sifflet**

**Étude de la germination des graines du *Pistacia atlantica* Desf. (pistachier de l'Atlas) et essai de multiplication de *Pistacia vera* L. (pistachier vrai) en pépinière selon deux types de greffes**

C'est aussi une technique pratiquée en Iran, elle consiste à poser une bague entière de 1,5cm de large sur un sujet qui a été rabattu et dont l'extrémité a été dégagée de son écorce sur 2cm environ. Le greffage se fait sans ligature et ne laisse pas de trace (Anonyme, 1972).

**2 4 4- Travaux effectués sur la multiplication végétative des pistachiers**

Le tableau suivant synthétise les travaux réalisés sur la multiplication asexuée du pistachier de l'Atlas et le pistachier vrai.

**Tableau IV : Travaux réalisés sur la multiplication végétative des pistachiers.**

Espèces	Mode	Matériel végétal	Trt.	C° (mg/l)	L/ Φ	%	Auteurs
<i>P. atlantica</i>	Bout. Lign.	R. 1an	AIA, AIB	60, 50	20	/	Ait Radi (1979)
<i>P. atlantica</i>	Bout. Lign.	B L	AIB	20, 80	15	0	Aoudjit et Mouissa (1997)
<i>P. atlantica</i>	Bout. Herb.	B S L	AIB	20,40	/	80	Aléta <i>et al</i> (1997)
<i>P. atlantica</i>	Bout. Lign.	B L	AIB	40	/	0	Avanzato <i>et al</i> (1988)
<i>P. atlantica</i>	Bout. Lign.	B S L	AIB	40	/	50	Avanzato <i>et al</i> (1988)
<i>P. vera</i>	Gref. C B	G L	AIB et antioxydants	10, 150	0,6	53	Aléta <i>et al</i> (1997)
<i>P. vera</i>	Gref. C B	/	AIB	/	+0,7	100	Avanzato <i>et al</i> (1988)
<i>P. vera</i>	Greffage	/	/	/	/	70	Kaska et Bilgen (1988)
<i>P. vera</i>	Gref. C B	G L	/	/	/	+60	Romero <i>et al</i> (1988)
<i>P. vera</i>	Gref. C B	G L			0,75	84	Avanzato et Zanzi (1992)
<i>P. vera</i>	Gref. C B	G L	AIB	10	/	78	Avanzato et Cherubini (1992)

**2 4 5- Les portes greffe du pistachier vrai**

Les caractéristiques des portes greffe du pistachier vrai sont données dans le tableau V.

**Tableau V: Les différents portes greffe du pistachier vrai.**

Porte greffe	Caractéristiques	Pays utilisateurs	Auteurs
<b><i>Pistacia terebinthus</i></b>	Peu vigoureux, croissance lente, utilisé en sol calcaire, résiste à la sécheresse et au <i>phytophthora parasitica</i>	Espagne, France, Italie, Turquie, Syrie, Palestine, Chypre, Tunisie, Maroc	Brousse, (1974); Monastra <i>et al</i> (1988); Hadj Brahim <i>et al</i> (1998); Martin (1999)
<b><i>Pistacia palaestina</i></b>	Utilisé sur sol calcaire, ne tolère pas les sols humides	Grèce, Syrie, Palestine	Monastra <i>et al</i> (1988); Hadj Brahim <i>et al</i> (1998)
<b><i>Pistacia atlantica</i></b>	Tolère les sols humides, résiste à l'attaque des nématodes, sensible au <i>Verticillium</i> , vigueur supérieure au térébinthe	Grèce, Chypre, Tunisie, Algérie, Maroc, USA	Brousse (1974); Monastra <i>et al</i> (1988); Hadj Brahim <i>et al</i> (1998)
<b><i>Pistacia integerrima</i></b>	Plus vigoureux que le térébinthe, utilisé en terrain rocailleux, résiste au <i>Verticillium</i> et au <i>Phytophthora</i> , altitude 2000m sur les coteaux du désert	Iran, Turquie, USA	Brousse (1974); Monastra <i>et al</i> (1988); Hadj Brahim <i>et al</i> (1998)
<b><i>Pistacia vera</i></b>	Croissance lente, peu utilisé en sol pauvre et difficile, sensible aux nématodes, peu utilisé comme porte greffe (racines fragiles)	Iran, Afghanistan, Turkestan, Turquie, Syrie, Tunisie	Brousse (1974); Monastra <i>et al</i> (1988); Hadj Brahim <i>et al</i> (1998)
<b><i>Pistacia chinensis</i></b>	/	Chine centrale et occidentale	Anonyme (1964); Brousse (1974)
<b><i>Pistacia lentiscus</i></b>	Utilisé en terrains arides	N'est pas très utilisé car il rejette abondamment et la compatibilité entre le greffon et le porte greffe est faible	Hadj Brahim <i>et al</i> (1998); Martin (1999)

## Deuxième partie : Matériels et Méthodes

### I- Germination des graines de *Pistacia atlantica*:

#### 1- Origine des graines

---

Les graines de *Pistacia atlantica* proviennent de trois régions (Messaad, M'sila et Ain Sefra).

Les expérimentations sont réalisées au laboratoire du département de Foresterie et Protection de la Nature à l'Institut National Agronomique (INA, El Harrach), afin de contrôler quelques uns des facteurs du milieu de façon à obtenir la germination la plus régulière, la plus rapide et la plus complète possible.

Nous avons travaillé avec la fraction de semences pures, bien mélangées, puis nous prélevons 200 semences au moins, comptées au hasard, en répétition égale à 50 (les résultats seront combinés au hasard pour former des groupes de 100) (Anonyme, 1970; Anonyme, 1986; Suzska *et al*, 1994).

La germination moyenne de toutes les répétitions représente le résultat de l'essai (Anonyme, 1986; Suzska *et al*, 1994).

#### 2- Germination des graines fraîches

---

Les semences de la provenance Messaad sont séparées en deux, une partie est conservée au froid, l'autre est utilisée pour les essais ci après.

Pour que les semences du pistachier de l'Atlas puissent germer, il faut réunir certaines conditions telles qu'une humidité convenable, une température adéquate, une scarification (totale ou partielle), une stratification ... etc. (Monjauze, 1968; Brousse, 1974; Ait Radi, 1979; Kellal, 1979; Chraa, 1988; Aléta *et al*, 1997).

##### 2 1- Les prétraitements

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

La majorité des semences, après avoir subit les différents traitements, sont mises en culture en stratification chaude (25°C) et humide (Monjauze, 1968).

##### 2 2- L'imbibition

Le temps d'imbibition peut durer de quelques minutes à plusieurs heures suivant la structure et la perméabilité des téguments (Anonyme, 1993).

L'imbibition des semences des pistachier dure de 02 à 03 semaines (Anonyme, 1988).

Les semences sont mises à tremper dans de l'eau du robinet (Changée toute les 24h) et à température ambiante pendant des temps différents:48h, 72h, 96h et 192h.

### **2 3- La température**

D'après Monjauze (1968), les graines ne doivent pas être semées avant que la température moyenne ait atteint 12°C.

Tous les travaux sur la germination du pistachier de l'Atlas ne précisent pas la température de germination (Cf. tableau III).

Pour cela nous avons opté pour une large fourchette de température afin de déterminer la température optimale sinon adéquate de germination des semences du pistachier de l'Atlas.

Ces dernières (imbibées pendant 192h) sont mises à germer à des températures de 5°C, 10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C et 40°C.

### **2 4- La lumière**

Afin de déterminer la sensibilité des semences du pistachier de l'Atlas à la lumière, nous avons mis à germer les semences entières à la lumière blanche selon un cycle de 16h de lumière et 8h d'obscurité (Anonyme, 1986; Côme, 1970).

Les semences nécessitent un rayonnement continu ou des éclaircissements brefs répétés, séparés par des périodes d'obscurité (Côme, 1970).

### **2 5- Les provenances**

Le choix des provenances les plus adaptées est l'un des facteurs qui influe le plus sur l'établissement et la production d'une plantation (Callaham, 1964).

Quand on étudie les provenances des graines, certains caractères tels que le taux et la vitesse de germination, donnent une idée sur les variations dues au milieu (Callaham, 1964).

Afin d'apprécier l'influence de l'origine géographique sur la germination des semences du pistachier de l'Atlas, nous avons choisit deux autres provenances (M'sila et Ain sefra).

Les semences des trois provenances sont mises à germer en stratification chaude et humide.

### **2 6- Le diamètre**

La variation due au milieu peut être estimée suivant (entre autre) la taille des graines. Après avoir calibrer les semences, nous les avons séparé en trois groupes (D1, D2 et D3), ces derniers sont mis à germer en stratification chaude et humide.

## **3- Qualité des graines de *Pistacia atlantica***

---

Le succès et la productivité d'une plantation dépendent essentiellement de la qualité des semences (Anonyme, 1993).

Si les taux obtenus sont supérieurs à 70%, le test est considéré comme positif (Cuisance, 1984).

Les critères de qualité des graines sont estimés pour les trois provenances (Messaad, M'sila et Ain Sefra).

---

### 3 1- Pureté et poids des 1000 graines

\* La pureté est évaluée en prenant un échantillon de graines fraîches. Cet échantillon est pesé en totalité, ensuite les impuretés sont écartées des graines pures et chaque fraction est pesée séparément (Suzska *et al*, 1994).

La pureté (exprimée en pourcent) est calculée par la formule:

$$P (\%) = (Pte - Pi) 100 / Pte$$

**P**: poids des graines pures;

**Pte**: poids total de l'échantillon;

**Pi**: poids des impuretés.

\* Le poids des 1000 graines (exprimé en grammes) est obtenu en prenant 1000 graines de la fraction de graines pures obtenues précédemment et en les pesant (Suzska *et al*, 1994).

### 3 2- Tests de viabilité

La viabilité des graines est évaluée par trois tests:

- Test de flottaison:

C'est un test aisé à effectuer pour une estimation préliminaire de la viabilité des graines. Les graines flottantes sont écartées. Le pourcentage des graines écartées, et celles rester au fond, est calculé (Hadj Brahim *et al*, 1998).

- Test au rayon X:

Les graines sont radiographiées au rayon X, le nombre de graines vides est exprimé en pourcent (Suzska *et al*, 1994).

- Test à la coupe:

Les graines sont coupées longitudinalement, le nombre de graines vides et celles pleines est formulé en pourcent (Suzska *et al*, 1994).

### 3 3- Test de germination

Les semences, après avoir été scarifiées et imbibées pendant 192h, sont mises à germer en stratification chaude (25°C) et humide, les taux de germination obtenus sont exprimés en pourcent (Suzska *et al*, 1994).

### 3 4- Test de levée

Après la scarification et l'imbibition, les semences sont mises à germer à 25°C, la levée est évaluée en plaçant chaque graine dans une boîte en plastique sur 6cm de sable, les boîtes sont fermées par un couvercle transparent munis de 4 trous de ventilation. La moyenne arithmétique des valeurs obtenues constitue le résultat final (Suzska *et al*, 1994).

### 3 5- Détermination de la teneur en eau

Les graines sont pesées, ensuite, elles sont mises à l'étuve (103°C +/- 2°C) pendant 17h +/- 1h. Après ce laps de temps, elles sont placées dans un dessiccateur pendant 30 à 45mn,

puis elles sont une nouvelle fois pesées. La teneur en eau est exprimée en pourcentage du poids frais (Suzska *et al*, 1994).

$$\text{TE (\%)} = (\text{Pi} - \text{Ps}) 100 / \text{Pi}$$

**TE (%)**: Teneur en eau;

**Pi**: Poids initial (frais);

**Ps**: poids final (sec).

### 3 6- Autres critères:

Nous estimerons la valeur utile d'un lot (VU), le nombre de graines utilisables par kilogramme (GU) et le coefficient de vélocité de Kotowski (1926).

$$\text{VU (\%)} = \text{Pureté X \% G}^\circ / 100$$

$$\text{GU} = \text{Pureté X \%G}^\circ \text{ X } 100 / \text{pds. } 1000 \text{ graines}$$

$$\text{CV (\%)} = \frac{\sum n \text{ X } 100}{\sum (n \text{ X } J_n)}$$

## 4- Germination des graines conservées au froid

Le moment le plus propice pour effectuer les semis ne correspond pas avec la date de récolte, d'où la nécessité de conserver les graines (Suzska *et al*, 1994).

La conservation au froid des graines s'apprécie par le pourcentage de germination et la teneur en eau (Suzska *et al*, 1994).

Nous avons conservé les graines du pistachier de l'Atlas au froid pendant 3, 6, 9 et 12 mois. Ensuite nous procédons à des tests de germination pour les 4 temps de conservation.

### 4 1- L'imbibition

Les graines conservées au froid sont trempées dans de l'eau à température ambiante, après 24h, elles sont scarifiées manuellement puis remises à l'eau (changée chaque 24h) à des temps de 48h, 72h, 96 et 192h, puis elles sont mises à germer en stratification chaude (25°C) et humide.

### 4 2- Temps de conservation

Les graines conservées au froid pendant 3, 6, 9 et 12 mois (scarifiées et imbibées pendant 96h) sont mises à germer en stratification chaude et humide.

### 4 3- Nature de la dormance

L'origine de la dormance est soit l'embryon soit les enveloppes (Côme, 1970; Bellefontaine, 1994).

Afin de déterminer la nature de la dormance des semences du pistachier vrai conservées au froid, nous avons scarifié totalement (le péricarpe est totalement enlevé)

puis, les graines proprement dite sont mises à germer dans du coton hydrophile imbibé et à température ambiante.

#### 4 4- Nature de l'inhibiteur

Les *Anacardiaceae*, surtout le genre *Pistacia*, contiennent des substances inhibitrices telles que des essences (élaborées dans le cytoplasme, elles constituent des vésicules extracytoplasmiques), des résines (insolubles dans l'eau, pas volatiles, composées d'acides résineux, alcools benzylique, benzoïque et cinnamique), huiles grasses, huiles essentielles et des tanins (cellules dans le parenchyme libérien des *Anacardiaceae*) (Deysson, 1965; Côme, 1970; Nezzar, 1992).

Quand le fruit du pistachier de l'Atlas est posé sur une feuille blanche, une trace grasse apparaît, c'est un test classique pour montrer la présence de corps gras.

De plus les fruits dégagent une odeur épicée et provoquent des rougeurs aux mains quand ils sont manipulés longtemps.

Ceci laisserait à penser que les fruits contiendraient, en plus des tanins et de l'huile grasse, des huiles essentielles.

L'action des inhibiteurs peut être mise en évidence, en laissant les semences dans une solution contenant l'inhibiteur (Côme, 1970).

Nous avons laissé des semences dans la même eau pendant 96h, puis nous les mettons à germer en stratification chaude et humide.

La méthode la plus fréquente d'utilisation pour isoler les huiles essentielles (qui sont pour la majeure partie volatiles) est la distillation et plus particulièrement l'hydrodistillation (Sheffer, 1993).

L'isolation des huiles essentielles se fait grâce à un appareil appelé « clavenger » (Lawrence et Shu, 1993).

L'hydrodistillation consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter (dans notre cas les semences) dans de l'eau qui est portée à ébullition. Cette eau pénètre les tissus de la plante et dissout une partie des huiles essentielles présentes. Cette solution aqueuse diffuse à travers les membranes cellulaires et une fois arrivée à la surface, l'huile est immédiatement volatilisée. Cette vapeur est ensuite condensée et l'huile est récupérée par décantation. Ce processus continu jusqu'à l'extraction totale des huiles existantes dans toutes les cellules (Rahili, 2002).

Le rendement est calculé par la formule:

$$\text{RHE} = \text{TE} / \text{MMVS} ; \text{MMVS} = [\text{pds.} \times (1 - \text{TE})]$$

**RHE:** Rendement en huiles essentielles;

**TE:** Teneur en eau réelle (dans 100g de fruit);

**MMVS:** Masse de la matière végétale sèche;

**Pds.:** poids de la matière sèche.

De plus nous avons essayé de mettre en évidence les huiles grasses et essentielles dans le fruit du pistachier de l'Atlas.

La coloration des coupes (Deysson, 1965), comprend les étapes suivantes:



- Traitement par une solution diluée d'hypochlorite de sodium pendant 15 à 20mn;
- Lavage soigné des coupes dans deux bains d'eau successifs puis dans un troisième bain d'eau additionnée de quelques gouttes d'acide acétique;
- Les coupes sont montées sur lame.

Les cellules à graisses, essences et résines se distingueront des cellules voisines par leur taille un peu plus grande et leur paroi plus épaisse.

## **4 5- Levée de dormance**

### **4 5 1- Scarification**

La germination peut être améliorée en blessant les enveloppes pour favoriser le passage de l'oxygène (Côme, 1970).

Les scarifications mécaniques n'ont d'effet sur la germination que si elles sont larges et localisées au voisinage de la radicule (Côme, 1970).

Nous avons scarifié les graines conservées au froid pendant une année, au voisinage et éloigné de la radicule, puis elles sont mises à germer en stratification chaude et humide.

### **4 5 2- Températures alternées**

La germination d'un grand nombre de semences est améliorée par des alternance des température de germination (Côme, 1970; Suzska *et al*, 1994).

Les graines du pistachier de l'Atlas sont mises à germer en stratification humide et des températures alternées (5°C et 20°C) (Côme, 1970; Suzska *et al*, 1994).

### **4 5 3- Lumière**

Les graines sont mises à germer dans du sable humide et sous une lumière blanche (750 à 1250 lux) selon un cycle de 16h de lumière et 8h d'obscurité (Anonyme, 1986).

### **4 5 4- Stratification froide**

Les stratifications froide pendant 1 à 2 mois lève totalement la dormance des semences (Côme, 1970; Audinet, 1993).

Les graines du pistachier de l'atlas sont mises dans du sable humide et à 4°C pendant 2 mois, puis elles sont mises à germer à 20°C (Aléta *et al*, 1997).

### **4 5 5- Traitement à la solution saline**

Certaines substances comme l'acide gibbérellique ou le chlorure de sodium, améliorent le pourcentage de germination des semences quand l'embryon ou les téguments inhibent la germination (Côme, 1970).

D'après Chraa (1988), une concentration de 0,5g/l est indiquée pour la germination des semences du pistachier de l'Atlas.

Ainsi, nous avons mis les graines à tremper dans une solution saline concentrée à 0,5g/l, puis nous les avons mises à germer en stratification chaude et humide.

### **4 5 6- Lessivage**

L'élimination d'une substance inhibitrice de germination peut aussi se faire par un lavage prolongé. Il faut tremper les semences dans de l'eau, renouveler l'eau plusieurs fois en rinçant les semences à chaque fois (Anonyme, 1994; Côme, 1970).

Les graines sont plongées dans de l'eau du robinet, elle est changée à chaque fois qu'elle se colore, puis les graines sont mises à germer en stratification chaude et humide.

#### **4 5 7- Stratégies de conservation**

La conservation au froid des semences du pistachier de l'Atlas est délicate et diminue leur pourcentage de germination, pour cela nous avons adopté d'après les travaux de Suzska *et al*, (1994) quelques stratégies de conservation et de prétraitements afin de préserver les potentialités de germination des semences.

\* Des graines sont séchées à l'étuve à 25°C, puis elles sont conservées à une température négative. Après un mois de conservation, celles-ci subissent les mêmes prétraitements que précédemment.

\* Des graines sont séchées à l'étuve à 25°C, puis elles sont conservées à une température négative. Après un mois de conservation, celles-ci subissent les mêmes prétraitements que précédemment, ensuite elles sont congelées à -3°C.

\* Des graines sont séchées à l'étuve à 25°C, puis elles sont conservées à une température négative. Après un mois de conservation, celles-ci subissent les mêmes prétraitements que précédemment, elles seront ensuite encore séchées pour être après congelées à -3°C.

\* Des graines subissent les mêmes prétraitements que précédemment, puis elles sont séchées à l'étuve à 25°C, puis elles sont conservées à une température négative.

\* Des graines prétraitées et mises à germer sont congelées après germination pendant 2 mois, ce délai passé, elles sont ensuite mises à une température de 4-5°C pendant 24h, puis remises à germer à 25°C.

## **II- Greffage**

### **1- Origine du matériel végétal**

---

Le matériel végétal provient de deux sources: le porte greffe et les greffons.

#### **1 1- Production de porte greffe**

Nous avons choisi le pistachier de l'Atlas comme porte greffe du pistachier vrai, les sujets sont obtenus à partir de graines provenant de la région de Messaad (récolté en octobre 1999) ayant une scarification mécanique et chimique (acide sulfurique), ensuite elles sont stratifiées à chaud (25°C- 30°C). Les graines germées sont plantées (le 22/02/2000) dans différents substrats (Kimba Zada, 2000).

Nous avons poursuivi pour notre part ce travail en faisant un suivi en pépinière. Afin d'homogénéiser la croissance, nous avons transplanté les plants dans un substrat (préalablement tamisé et désinfecté) composé de 1/3 de terre végétale, 1/3 de sable et

1/3 de marc de raisin. La composition physico-chimique de ce substrat est donnée dans le tableau suivant:

**Tableau VI: Composition physico-chimique du substrat choisi**

Composition	Teneur
Argile (%)	18,75
Limons (%)	21,95
Sables (%)	59,30
Densité apparente (g/cm <sup>3</sup> )	1,76
Densité réelle (g/cm <sup>3</sup> )	2,84
Porosité totale (%)	38,02
C/N	7,84
Calcaire total (%)	12,46
Calcaire actif (%)	9,89
pH	8,26
Conductivité électrique (mmohs/cm <sup>3</sup> )	1,91

Les jeunes plants sont transplantés en motte afin d'éviter tout accident aux racines) dans des sachets en polyéthylène renforcé (40cm X 16cm).

Avant transplantation, les plants ont subi un cernage des racines pour provoquer leur fasciculation. L'arrosage est effectué manuellement avec un arrosoir (1 fois par jour), le désherbage aussi se fait à la main.

Après 16 mois de plantation, la longueur moyenne des plants est de 40cm pour un diamètre moyen de 0,6cm.

## 1 2- Provenance des greffons

Les rameaux greffons proviennent du verger de la station expérimentale de Béni Tamou (W Blida) (Annexe 1). Nous avons choisi une variété femelle (Achouri) et 03 clones mâles (précoce, de saison et tardif) de l'espèce *Pistacia vera*.

Notre choix a été dicté par la productivité de la variété femelle et sa synchronisation phénologique avec les pieds mâles (Guessoum, 2001).

Les rameaux greffons sont prélevés sur des individus sélectionnés, ils sont ensuite placés dans un linge humide recouvert d'un sachet en plastique pour éviter leur dessèchement jusqu'au moment du greffage.

Nous avons opté en se référant aux travaux de Avanzato *et al*, (1988); Romero *et al*, (1988); Avanzato et Cherubini, (1992); Avanzato et Zanzi, (1992) et Aléta *et al*, (1997) pour deux techniques de greffage : en écusson et en chip budding.

Le greffage est réalisé le 08/07/2001 en plein champs et sous ombrière dans la pépinière du département de Foresterie et Protection de la Nature. Les données géographiques et climatiques sont dans l'annexe 2.

Le système expérimental adopté est un dispositif en randomisation total avec deux facteurs de variation qui sont le mode de greffage et le sexe.

### 1 2 1- Façons opératoires

Les sujets francs du pistachier de l'Atlas, âgés de 16 mois, sont greffés soit en écusson soit en chip budding avec des greffons prélevés sur des pousses de l'année du pistachier vrai.

### **1 2 2- Greffage en écusson**

Une entaille en forme de T renversé est pratiquée sur le porte greffe à 5cm du collet, sur la baguette du rameau greffon, nous prélevons avec précaution un écusson pourvu d'un œil bien formé et une fine languette de bois en prenant soin de ne pas évider l'œil. Avec la spatule du greffoir, les bords de l'incision sont soulevés pour y glisser l'écusson sous l'écorce, ensuite une ligature est pratiquée avec du raphia.

Au moment du greffage, les portes greffe ne sont pas rabattus, au bout d'une semaine un époinçage des extrémités des pousses en croissance est réalisé et une semaine plus tard le plant est coupé à 2cm au dessus de la greffe. La bande en raphia qui protège la greffe est éliminée 15 à 21 jours après le greffage.

### **1 2 3- Greffage en chip budding**

Une portion de l'écorce est enlevée au porte greffe, ensuite nous introduisant le greffon (qui aura la même dimension) munis d'un œil dans l'entaille pratiquée.

Au moment du greffage, les portes greffe ne sont pas rabattus, au bout d'une semaine un époinçage des extrémités des pousses en croissance est réalisé et une semaine plus tard le plant est coupé à 2cm au dessus de la greffe. La bande en raphia qui protège la greffe n'est pas complètement retirée mais maintenue sur la partie supérieure de la greffe.

Afin d'améliorer les taux de reprise au greffage, les greffons ont subi des traitements à base d'antioxydants et d'auxine (tableau VII):

Traitements Variétés	Acide ascorbique (mg/l)		Acide citrique (mg/l)		Auxine (AIB) (mg/l)	
	T' <sub>0</sub>	T' <sub>1</sub>	T' <sub>0</sub>	T' <sub>1</sub>	T' <sub>0</sub>	T' <sub>1</sub>
♀ <b>Achouri</b>	0	150	0	150	0	10
♂ <b>précoce</b>	0	150	0	150	0	10
♂ <b>de saison</b>	0	150	0	150	0	10
♂ <b>tardif</b>	0	150	0	150	0	10

*Tableau VII: Les traitements effectués*

### **1 2 4- Observations et mesures effectuées**

- Les observations portent sur:
- Les taux de reprise au greffage;
- La longueur de la pousse;
- Le nombre de feuille par plant;
- Le diamètre du porte greffe et du greffon.

### **1 2 5- Entretien des plants:**

Nous avons apporté durant notre expérimentation différents soins aux plants:

Des irrigations régulières;

Des désherbages manuels;

Des traitements phytosanitaires.

Les figures 7 et 8, nous donnent le récapitulatif de la randomisation totale des techniques de greffage et des traitements pratiqués.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>A</b>	T <sub>0</sub> CB	T <sub>0</sub> E	T <sub>1</sub> CB	T <sub>1</sub> E	T <sub>1</sub> CB	T <sub>1</sub> E	T <sub>0</sub> CB	T <sub>0</sub> E	T <sub>1</sub> CB	T <sub>0</sub> CB	T <sub>0</sub> E	T <sub>0</sub> E
<b>B</b>	T <sub>1</sub> E	T <sub>1</sub> E	T <sub>0</sub> CB	T <sub>0</sub> E	T <sub>0</sub> CB	T <sub>0</sub> E	T <sub>1</sub> CB	T <sub>1</sub> E	T <sub>0</sub> E	T <sub>0</sub> E	T <sub>0</sub> CB	T <sub>1</sub> E
<b>C</b>	T <sub>1</sub> CB	T <sub>0</sub> CB	T <sub>1</sub> E	T <sub>1</sub> CB	T <sub>1</sub> E	T <sub>1</sub> CB	T <sub>1</sub> E	T <sub>0</sub> CB	T <sub>1</sub> CB	T <sub>1</sub> E	T <sub>0</sub> E	/
<b>D</b>	T <sub>0</sub> E	T <sub>1</sub> CB	T <sub>0</sub> E	T <sub>0</sub> CB	T <sub>0</sub> E	T <sub>0</sub> CB	T <sub>1</sub> CB	T <sub>1</sub> CB	T <sub>1</sub> E	T <sub>0</sub> CB	T <sub>1</sub> CB	/
<b>E</b>	T <sub>1</sub> E	T <sub>0</sub> E	T <sub>1</sub> CB	T <sub>1</sub> E	T <sub>1</sub> CB	T <sub>1</sub> CB	T <sub>0</sub> CB	T <sub>0</sub> E	T <sub>0</sub> CB	T <sub>0</sub> E	T <sub>1</sub> E	/
<b>F</b>	T <sub>0</sub> CB	T <sub>1</sub> E	T <sub>0</sub> CB	T <sub>0</sub> E	T <sub>0</sub> CB	T <sub>0</sub> CB	T <sub>0</sub> E	T <sub>1</sub> CB	T <sub>1</sub> CB	T <sub>1</sub> E	T <sub>1</sub> CB	/

Figure 7: Schéma récapitulatif de la randomisation totale de la variété femelle Achouri.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>A</b>	pT <sub>0</sub> CB	tT <sub>0</sub> CB	pT <sub>1</sub> E	tT <sub>1</sub> E	pT <sub>1</sub> CB	tT <sub>0</sub> E	sT <sub>1</sub> CB	tT <sub>1</sub> E	tT <sub>0</sub> CB	pT <sub>1</sub> CB
<b>B</b>	sT <sub>1</sub> E	pT <sub>0</sub> E	tT <sub>1</sub> CB	pT <sub>0</sub> E	sT <sub>1</sub> E	pT <sub>0</sub> CB	tT <sub>1</sub> CB	sT <sub>1</sub> CB	pT <sub>1</sub> E	sT <sub>0</sub> E
<b>C</b>	sT <sub>0</sub> CB	sT <sub>1</sub> CB	pT <sub>0</sub> CB	tT <sub>0</sub> CB	sT <sub>0</sub> E	tT <sub>0</sub> CB	tT <sub>1</sub> E	pT <sub>1</sub> CB	tT <sub>1</sub> CB	pT <sub>0</sub> E
<b>D</b>	pT <sub>0</sub> E	sT <sub>1</sub> E	tT <sub>0</sub> E	sT <sub>0</sub> CB	pT <sub>1</sub> E	sT <sub>0</sub> E	pT <sub>0</sub> E	tT <sub>0</sub> E	sT <sub>0</sub> E	sT <sub>0</sub> CB
<b>E</b>	tT <sub>0</sub> CB	sT <sub>1</sub> E	tT <sub>1</sub> E	sT <sub>0</sub> E	sT <sub>0</sub> CB	tT <sub>1</sub> E	tT <sub>0</sub> E	sT <sub>1</sub> E	pT <sub>0</sub> CB	sT <sub>1</sub> E
<b>F</b>	sT <sub>1</sub> CB	pT <sub>0</sub> CB	pT <sub>1</sub> CB	sT <sub>1</sub> CB	tT <sub>0</sub> CB	pT <sub>1</sub> CB	tT <sub>0</sub> CB	pT <sub>1</sub> E	sT <sub>0</sub> CB	pT <sub>1</sub> E

Figure 8: Schéma récapitulatif de la randomisation totale des clones mâles.

# Troisième partie : Résultats et interprétations

## I- Germination des graines de *Pistacia atlantica*

### 1- Germination des graines fraîches

---

#### 1 1- Influence de l'imbibition

##### a- Effet sur le poids des graines

Nous constatons que le poids des semences du *Pistacia atlantica* augmente avec le temps d'imbibition de 5,12g (poids initial) à 7,70g (après 192h d'imbibition), ce qui représente une augmentation de 2,58g (figure 9).

Cette augmentation est d'abord rapide lors des premières 24h (2,22g), puis elle diminue (0,05g/24h en moyenne).

La durée et le taux maximum d'imbibition sont respectivement de 192h et 33,63%.

##### b- Effet sur le pourcentage de germination

Nous observons une variation du pourcentage de germination, plus le temps d'imbibition augmente plus le pourcentage de germination augmente aussi (figure 10).

En effet, après 48h, la germination n'est que de 5,5% (48h), elle passe à 80,8% après 72h, puis 90,6% après 96h pour atteindre 98,9% après 192h d'imbibition.

##### c- Effet sur le temps de germination

Le temps d'imbibition des semences du *Pistacia atlantica* agit aussi sur celui de la germination.

Nous observant une amélioration du temps nécessaire à la germination, il passe de 56j à 19j respectivement pour 48h et 192h, soit un gain de 37j (tableau VIII).

Tableau VIII: Evolution du temps de germination.

Temps d'imbibition (h)	Germination (%)	Temps de germination (j)
48	5,5	56
72	80,8	40
96	90,6	39
192	98,9	19

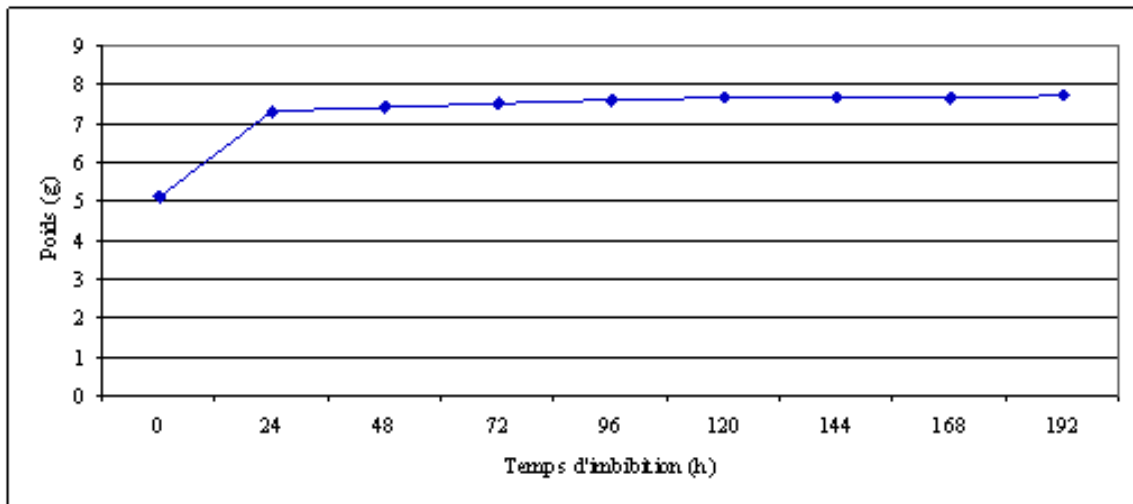


Fig.9: Evolution du poids des graines fraîches imbibées

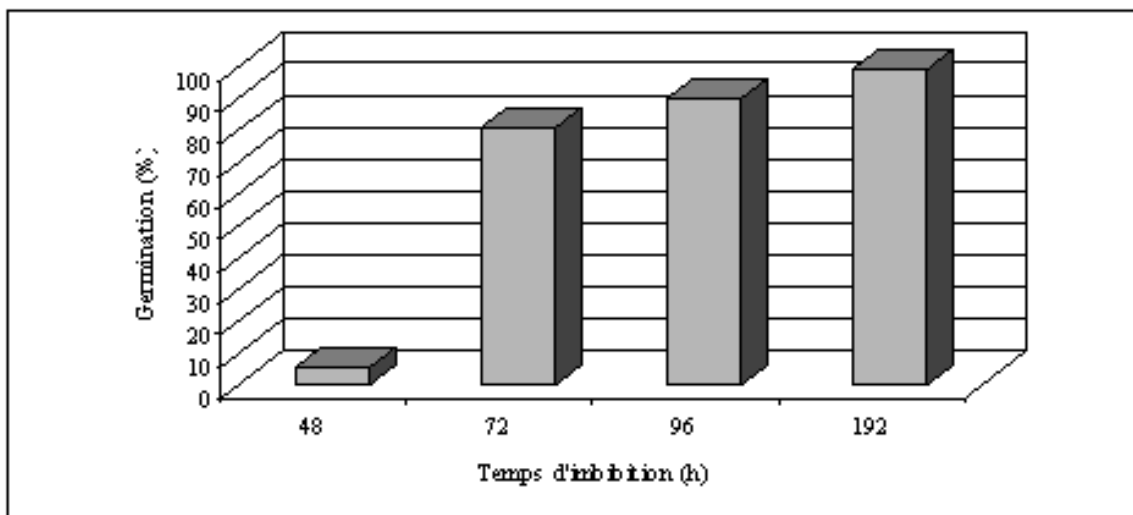


Fig.10: Variation de la germination selon le temps d'imbibition

Nous pouvons dire qu'au dessous de 48h et au dessus de 192h d'imbibition, la germination des semences fraîches du *Pistacia atlantica* est lente et minimale.

## 1 2- Influence de la température

### a- Effet sur le pourcentage de germination

Les températures de germination que nous avons choisies donnent des taux différents de 0 à 99,1% (figure 11).

La germination est nulle aux températures 5, 10 et 40°C ; elle est de 5,2%, 50,8%, 99,1%, 80,4% et 25,3% pour respectivement 15, 20, 25, 30 et 35°C.

Nous dirons que l'intervalle de température du *Pistacia atlantica* est de 15°C à 35°C mais que la température optimale de germination est 25°C.

### b- Effet sur le temps de germination



Nous remarquons que la température influence le temps de germination, il est de 40j pour la température de 15°C, descend à 19j pour la température de 25°C, seulement, il remonte à 27j et 35j pour respectivement 30 et 35°C (Tableau IX).

Tableau IX:Variation du temps de germination selon la température.

Température (°C)	Germination (%)	Temps de germination (j)
15	5,2	40
20	50,8	31
25	99,1	19
30	80,4	27
35	25,3	35

### 1 3- Influence de la lumière:

Le comportement des semences du *Pistacia atlantica* vis-à-vis de la lumière blanche nous a permis de les classées dans la catégorie des semences à photosensibilité positive. En effet, les semences fraîches du pistachier de l'Atlas, munies de leurs enveloppes mises à germer sous des conditions d'éclairément de 8h de lumière et 16h d'obscurité, donnent un taux de 98,7% après 20j.

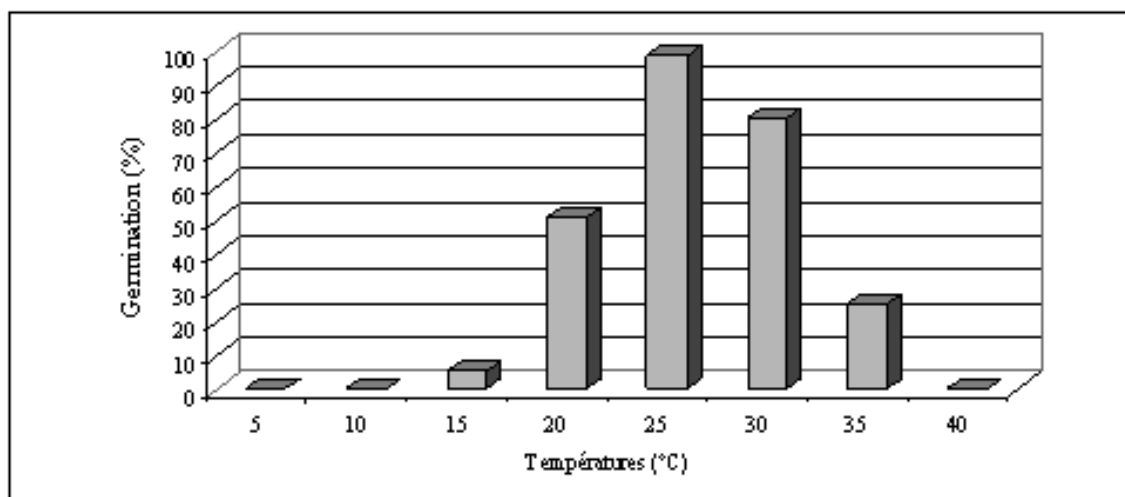


Fig.11: Variation de la germination des graines fraîches selon la température

### 1 4- Influence de la provenance

#### a- Effet sur le pourcentage de germination

Les taux de germination varient selon les provenances de 79,8% à 98,9%.

Nous remarquons que la provenance Mesaad donne le meilleur résultat (98,9%), suivi par M'sila (80,5%) puis Ain Sefra (79,8%) (fig12).

#### b- Effet sur le temps de germination

Nous constatons que même si les temps de germination sont les mêmes, les taux de germination varient d'une provenance à une autre (fig13).

L'inverse X 100 du coefficient de vélocité de Kotowski, donne le temps moyen nécessaire à la germination par les trois provenances, il est de 15,9j pour Messaad, de 16,3j pour M'sila et de 16,5j pour Ain Sefra.

### c- Dimension des fruits:(indice épaisseur/longueur)

Le tableau X montre que l'indice épaisseur/longueur est différent selon les provenances.

Provenances Dimensions	Fruit (cm)			Amande (cm)		
	Messaad	M'sila	Ain Sefra	Messaad.	M'sila	Ain Sefra
Epaisseur (E)	0,15	0,12	0,11	0,015	0,012	0,010
Longueur (L)	0,65	0,58	0,56	0,45	0,38	0,35
E/L	0,23	0,18	0,19	0,033	0,031	0,028

Tableau X:Indice épaisseur/longueur (E/L)

L'indice E/L du fruit, est de 0,23, 0,19 et 0,18 pour respectivement Messaad, Ain Sefra et enfin M'sila.

Pour l'amande, il est de 0,028, 0,031 et 0,033 pour (dans l'ordre) Messaad, Ain Sefra et M'sila.

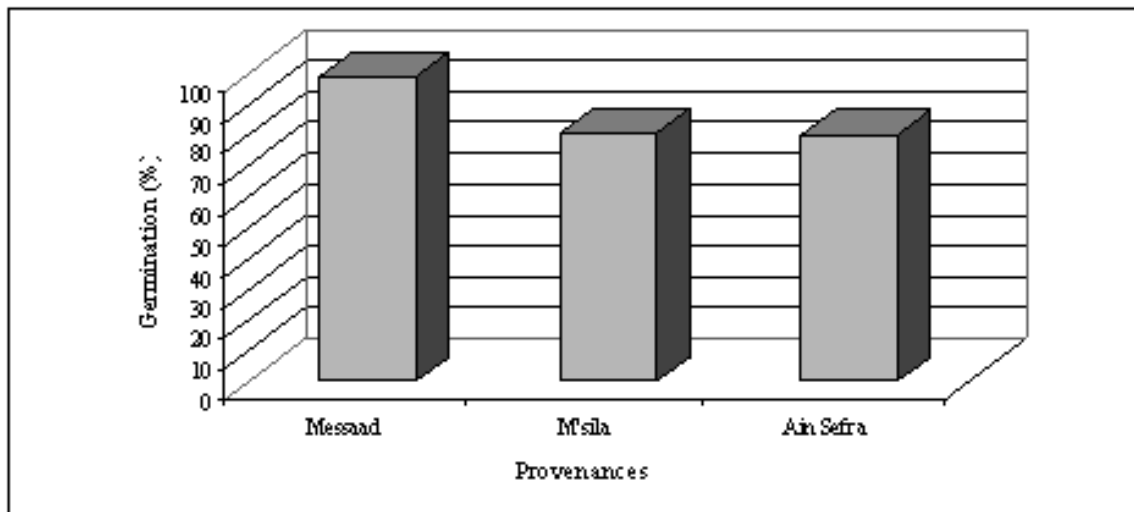


Fig.12: Variation de la germination des graines fraîches en fonction des provenances

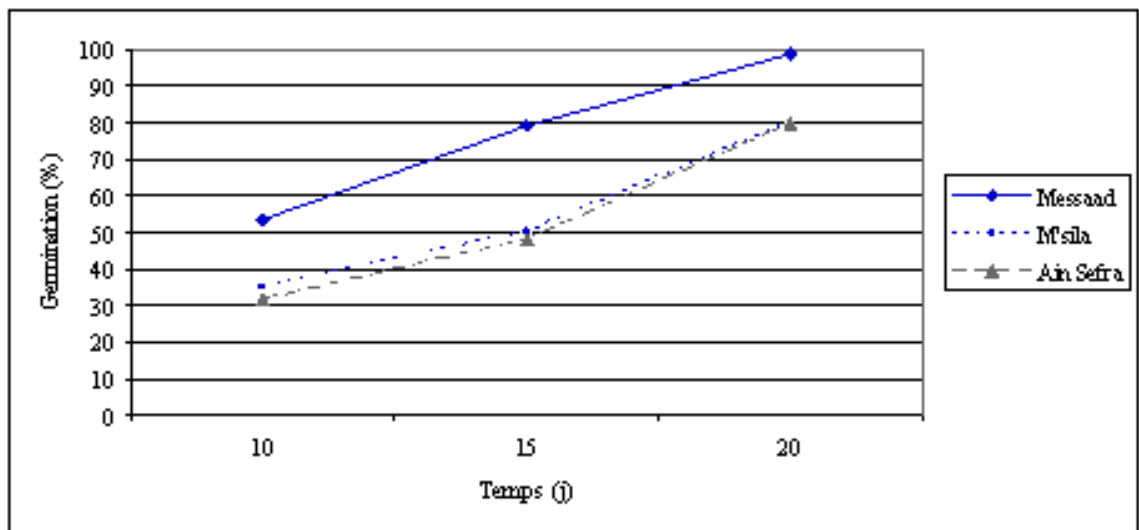


Fig.13: Variation du temps de germination des provenances

### 1 5- Influence du diamètre:

Après calibrage des semences, nous avons pu les classés en trois diamètres différents, le diamètre D1 (0,21-0,37cm), D2 (0,16-0,20) et D3 (0,11-0,15).

Les taux de germination obtenus sont différents d'un diamètre à un autre, de 98,5 à 89,5 et 88,7% pour respectivement les diamètres D1, D2 et D3 (fig14).

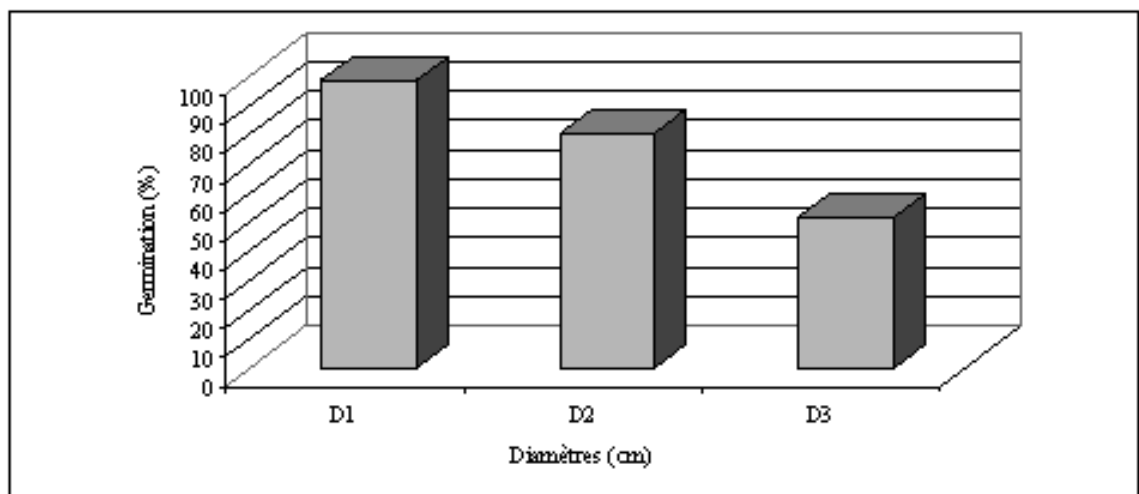


Fig. 14: Variation de la germination selon le diamètre.

\* L'analyse statistique révèle un effet significatif des facteurs étudiés sur la germination des graines fraîches du pistachier de l'Atlas (annexe 4).

## 2- Qualité des graines

### 2 1- Pureté et poids des 1000 graines

Provenances	Pureté (%)			Poids des 1000graines (g)
	Impuretés	G P	Pureté	
Mesaad	22,65	84,81	76,6	101,6
M'sila	8,65	97,73	91,4	177,6
Ain Sefra	16,7	88,51	83,3	102,6

Tableau XI: Variation de la pureté et du poids des 1000 graines.

Nous notons à travers le tableau XI, des différences des taux de pureté entre les trois provenances, les semences de la provenance M'sila sont les plus pures, suivi de celles qui proviennent de Ain Sefra, et enfin celles de Mesaad.

Nous signalons cependant, que le pourcentage des graines parthénocarpiques est important chez la provenance M'sila (97,73%) ce qui représente la quasi-totalité des impuretés.

Le poids des 1000 graines suit le même schéma, il est plus élevé chez la provenance M'sila (177,6g), chez les provenances Ain Sefra et Mesaad, il est de 102,6 et 101,6g.

## 2 2- Test de viabilité

Nous remarquons du tableau XII, que le pourcentage de viabilité le plus élevé est donné par le test aux rayons X, puis par le test de flottaison ensuite celui à la coupe.

Le test de flottaison donne le taux le plus élevé pour la provenance M'sila, puis viennent les provenances Mesaad et Ain Sefra.

Pour le test aux rayons X les taux sont proches entre provenances, 97, 99 et 100% pour respectivement Mesaad, Ain Sefra et M'sila.

Quand au test à la coupe, le meilleur taux est obtenu par la provenance Ain Sefra (89,7%), ensuite M'sila (88,1%) et enfin Mesaad (87,6%), même s'il n'y a pas une grande différence entre les taux obtenus.

Provenances	Viabilité (%)		
	Test de Flottaison	Test aux Rayons X	Test à la coupe
Mesaad	93,5	100	87,6
M'sila	94,3	97	88,1
Ain Sefra	85,7	99	89,7

Tableau XII: Variation de la viabilité des provenances.

## 2 3- Test de germination

Tableau XIII:Variation des taux du test de germination des provenances.

Provenances	Germination (%)
Mesaad	98,9
M'sila	80,5
Ain Sefra	79,8

Le test de germination effectué montre des taux de germination différents d'une provenance à une autre (Mesaad 98,9%, M'sila 80,5% et Ain Sefra 79,8%) (Tableau XIII).

## 2 4- Test de levée

Tableau XIV:Variation du taux de test de levée des provenances.

Provenances	Levée (%)
Mesaad	97,3
M'sila	79,8
Ain Sefra	78,2

Les résultats obtenus par le test de levée révèle une dissemblance entre les taux des provenances, 97,3% ; 79,8% et 78,2% pour respectivement Mesaad, M'sila et Ain Sefra (Tableau XIV).

## 2 5- La teneur en eau:(perte à la dessiccation)

Tableau XV:La teneur en eau des provenances.

Provenances	Teneur en eau (%)
Mesaad	2,32
M'sila	2,4
Ain Sefra	2,4

La teneur en eau est approximativement la même pour les trois provenances, elle est de 2,4% pour M'sila et Ain Sefra et égale à 2,32 pour Mesaad (Tableau XV).

Concernant la figure15, elle montre la perte à la dessiccation par heure, elle nous permet de déterminer la teneur en eau létale (correspondant au point ultime de la courbe) et la teneur en eau optimale (celle qui assure une conservation adéquate).

La teneur en eau des graines hydratées est de 38,4%, ce qui représente 16 fois et demi la teneur en eau initiale.

## 2 6- La valeur utile des graines:

Nous observons une variation de la valeur utile, selon les provenances, de 66,5% à 76,5% (Tableau XVI).

Tableau XVI:Variation de la valeur utile des graines des provenances.

Provenances	La valeur utile des graines (%)
Mesaad	75,7
M'sila	73,5
Ain Sefra	66,5

Dans un kilogramme de chaque provenance, il y a 757g, 7354g et 665g de graines capables de germer pour respectivement les provenances Mesaad, M'sila et Ain Sefra.

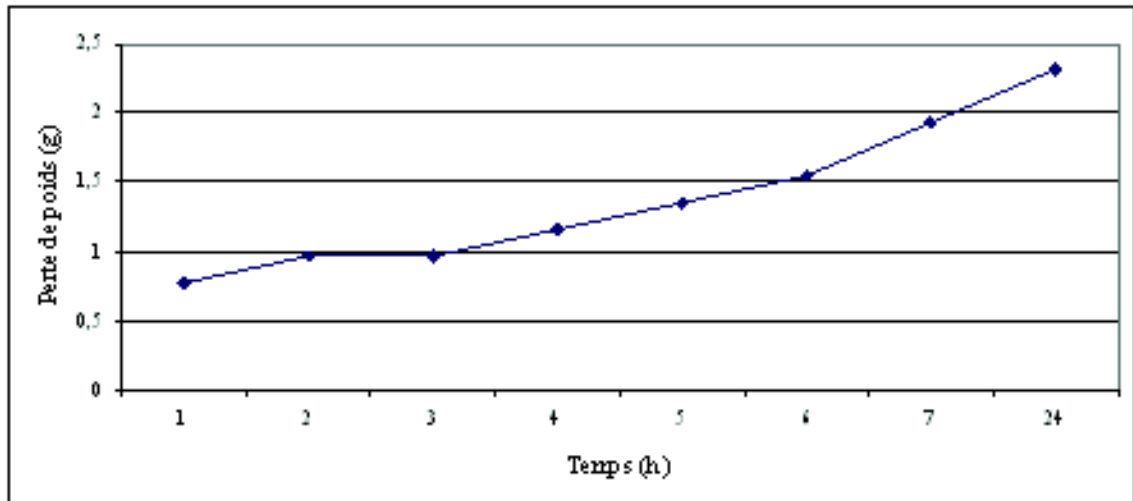


Fig.15: Evolution de la perte à la dessiccation des graines fraîches

## 2 7- Nombre de graines utilisables par kilogramme

Tableau XVII:Variation du nombre de graines utilisables des provenances.

Provenances	Nbr. de graines Utilisables/Kg (%)
Mesaad	7448
M'sila	4141
Ain Sefra	6481

Nous remarquons que le nombre de graines utilisables par kilogramme des trois provenances est différent. Dans un kilogramme du lot d'origine (pour chaque provenance), nous pouvons nous attendre à ce que 7448 graines, 4141 graines et 6481 graines soient aptes à germer pour respectivement les provenances Mesaad, M'sila et Ain Sefra (tableau XVII).

## 2 8- Le coefficient de vélocité:(vitesse ou énergie de germination)

Tableau XVIII : Variation du coefficient de vélocité des provenances.

Provenances	Coefficient de vélocité (%)
Mesaad	5,26
M'sila	1,52
Ain Sefra	1,38

L'énergie mise par la provenance Mesaad est de 5,26%, suivi par M'sila 1,52% puis Ain Sefra 1,38% (tableau XVIII).

La provenance Mesaad met plus d'énergie que les autres pour la germination, la différence est égale à 3,74% entre son coefficient de vélocité est celui de M'sila, elle est de 3,88% entre la provenance Mesaad et Ain Sefra, celle de M'sila et Ain Sefra est de 0,14%.

### **3- Germination des graines conservées au froid**

---

#### **3 1- influence de l'imbibition**

##### **a- Effet sur le poids des graines**

La figure 16 montre une augmentation du poids initial des semences, elle est estimée après 96h à 2,46g.

Lors des premières 24h, le poids passe de 5,11g (poids initial) à 7,30g ce qui fait une différence de 2,19g.

Cependant, à partir de la 144<sup>ième</sup> heure, le poids diminue pour atteindre 7,38g à 192h d'imbibition, c'est une perte de poids estimée à 0,15g.

##### **b- Effet sur le pourcentage de germination**

De même que pour les graines fraîches, le temps d'imbibition influe sur le pourcentage de germination des graines conservées au froid.

La germination passe de 3,3% à 30,6% puis à 57,3% pour respectivement 48h, 72h et 96h (fig. 17).

Toutefois, la germination s'annule après 192h d'imbibition, alors que pour les graines fraîches elle est maximale.

#### **3 2- Influence du temps de conservation**

La conservation des graines à des temps différents montre que ce dernier a un effet négatif sur la germination (figure 18).

Alors que les graines fraîches germent à 98,9%, celles conservées au froid donnent des taux de 57,3%, 57%, 5,5% et 0% pour respectivement 3, 6, 9 et 12 mois.

\* L'analyse statistique révèle un effet significatif des facteurs sur la germination des graines conservées au froid (annexe 4).

\* Par ailleurs, l'analyse statistique de l'effet des facteurs sur la germination des graines fraîches et conservées, révèle:

- Un effet significatif de l'imbibition sur la germination des graines fraîches et conservées;
- Un effet significatif de la conservation sur la germination des graines fraîches;



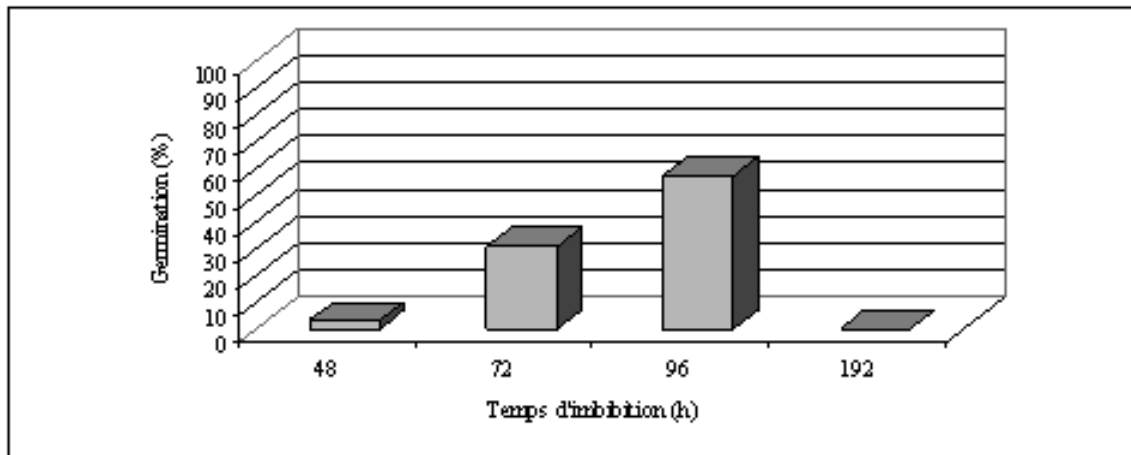


Fig.17: Effet de l'imbibition sur la germination des graines conservées

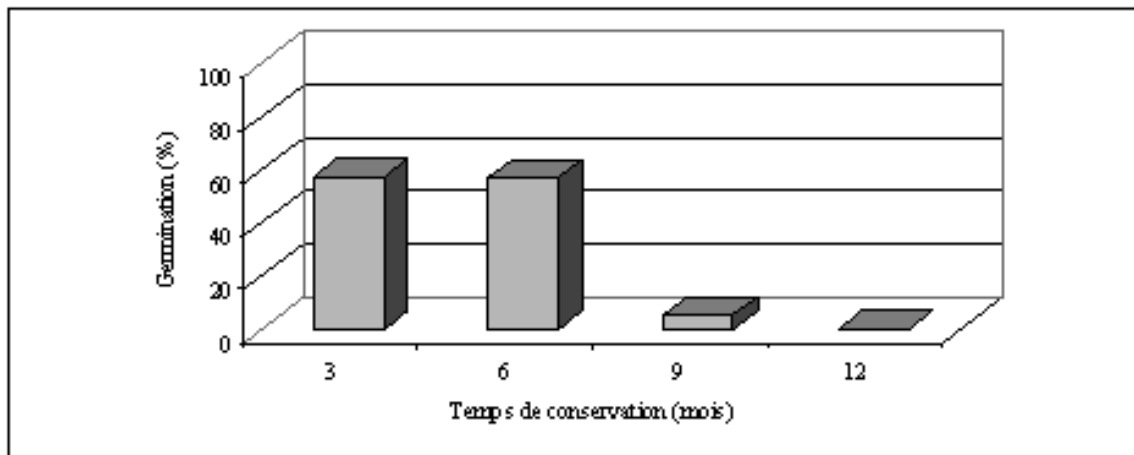


Fig.18: Effet de la conservation au froid sur la germination

- Un effet non significatif de la température sur la germination des graines fraîches et conservées;
- Un effet significatif de la lumière sur la germination des graines fraîches et conservées.

### 3 3- Influence de la dormance

Après une année de conservation au froid (5°C), les semences ayant subis les mêmes prétraitements que les semences fraîches, ne germent pas.

Par une scarification totale des semences, nous obtenons une capacité de germination de 99,7% (après 7 jours, à température ambiante, à l'obscurité et dans du coton hydrophile imbibé).

Nous constatons que l'embryon n'est pas dormant et que ce sont les enveloppes qui inhibent la germination.

C'est donc une inhibition tégumentaire qui apparaît au cours de la conservation.

### 3 4- Nature des inhibiteurs

Les techniques employées pour mettre en évidence la nature et la composition des inhibiteurs révèlent que les semences du pistachier de l'Atlas contiennent:

- a- Une huile grasse, qui est en réalité des phospholipides;
- b- Des huiles essentielles avec une quantité de 0,0016g;
- c- De la résine (fig. 19).

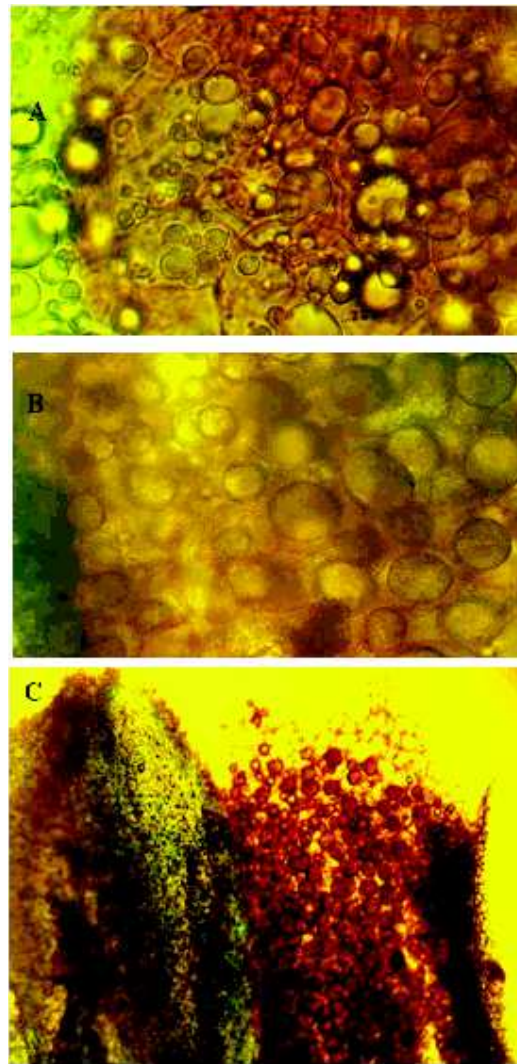
### **3 5- Levée de l'inhibition**

#### **3 5 1- Effet sur le taux de germination**

##### **a- Effet de la scarification:**

**Tableau XIX:Influence de la scarification sur la germination.**

Scarification	Germination (%)
Au voisinage de la radicule	89,5
Eloignée de la radicule	88,7



A: Coupe transversale de la graine (G: 3,2X100) ;  
B et C: Tissus de l'exocarpe (G: 3,2X25) et (G: 3,2X65).

*Fig. 19: Cellules d'essences, huiles et résines (fruit de Pistacia atlantica)*  
(originale).

La scarification partielle au voisinage et éloignée de la racine donne respectivement des capacités de germination de 89,5% et 88,7%, après 7 jours de stratification chaude et humide (tableau XIX).

#### **b- Effet de la lumière**

Les semences du pistachier de l'Atlas (munies de leur endocarpe ligneux) germent à 75% dans un milieu humide et soumis à une lumière blanche (fig.20).

#### **c- Effet de la stratification froide**

Les semences ayant subis ce traitement, ont une capacité de germination de 81% (prétraitement au froid de 2 mois suivi d'une germination à 20°C) (fig.20).

#### **d- Effet de la solution saline**

Il n'a pas de germination des semences conservées au froid pendant 3, 6, 9 et 12 mois, ayant subi un traitement par une solution saline à la concentration de 0,5g/l de Na Cl (fig.20).

#### e- Effet des températures alternées

L'alternance des températures (5°C et 25°C), ne donne pas de résultat, la germination est nulle pour tous les temps de conservation (3, 6, 9 et 12 mois) (fig.20).

#### f- Effet du lessivage

L'emploi du lessivage nous a permis d'obtenir un taux de germination de 99,9%. Par ailleurs, nous n'avons pas obtenus de germination lorsque nous avons laissé les semences dans la même eau pendant 96h, et que nous les ayant mises à germer en stratification chaude et humide (Figure 20).

#### g- Effet des stratégies de conservation

Ces stratégies ne donnent pas de résultats car les semences du pistachier de l'Atlas ne supportent pas les alternances d'humidification et de dessiccation ainsi que les variations de température.

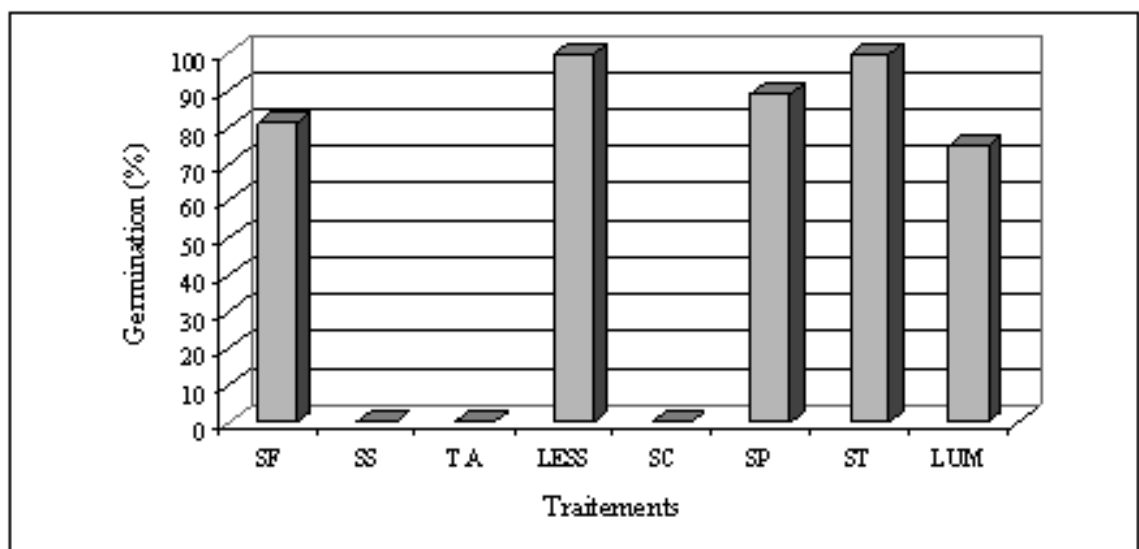


Fig.20: Effet des traitements sur la levée de l'inhibition de germination

### 3 5 2- Effet sur le temps de germination

Tableau XX:Variation du temps de germination par traitement.

Traitements	Germination (%)	Temps de germination (j)
Scarification totale	99,7	7
Scarification partielle	89,1	7
Lumière	75	21
Stratification froide	81	7
Solution saline	0	-
Températures alternées	0	-
Stratégies de conservation	0	-
Lessivage	99,9	19

Nous notons du tableau XX, une variation du temps de germination par traitement de levée d'inhibition, il est de 7 jours pour les scarifications totale, partielle et la stratification froide, de 19 jours pour le lessivage et 21 jours pour le traitement à la lumière blanche. Concernant les taux de germination, le lessivage donne le meilleur pourcentage, suivi par les scarifications totale et partielle puis la stratification froide et enfin la lumière.

\* L'analyse statistique révèle un effet significatif des traitements de levée d'inhibition sur la germination.

### 3 6- Influence de la conservation sur la qualité des graines

#### a- Effet sur la teneur en eau

Quelle que soit la durée de conservation, celle-ci n'a pas d'influence sur la teneur en eau des semences, elle reste de 2,3% en moyenne, après 3, 6, 9 et 12 mois.

#### b- Effet sur la valeur utile

Tableau XXI:Variation de la valeur utile des graines conservées.

Etats des graines	Germination (%)	Valeur utile (%)
Fraîches	98,9	75,7
Conservées 03 mois	57,3	43,85
Conservées 06 mois	57	43,62
Conservées 09 mois	5,5	4,21
Conservées 12 mois	0	0

Nous remarquons que plus le temps de conservation augmente, plus la valeur utile diminue, elle passe de 76,5% pour les graines fraîches à 4,19% pour les graines conservées 09 mois, elle s'annule même après 12 mois de conservation (tableau XXI).

Dans un kilogramme du lot d'origine, il y aurait 757g, 42g et 0g, de graines capables de germer pour respectivement les graines fraîches, celles conservées 09 et 12 mois.

#### c- Effet sur le nombre de graines utilisables/Kg

Tableau XXII:Variation du nombre de graines utilisables/Kg.

**Étude de la germination des graines du Pistacia atlantica Desf. (pistachier de l'Atlas) et essai de multiplication de Pistacia vera L. (pistachier vrai) en pépinière selon deux types de greffes**

Etats des graines	Germination (%)	Nombre de graines utilisables/Kg (%)
Fraîches	98,9	7448
Conservées 03 mois	57,3	4315
Conservées 06 mois	57	4293
Conservées 09 mois	5,5	414
Conservées 12 mois	0	0

Nous notons une diminution du nombre de graines utilisables par kilogramme suivant le temps de conservation, il passe de 7448 (pour les graines fraîches) à 414 et 0 (pour 09 et 12 mois de conservation) (tableau XXII).

Dans un kilogramme du lot d'origine, 7448 graines, 414 et 0 graines pourraient germer pour respectivement les graines fraîches et celles conservées pendant 09 et 12 mois.

**d- Effet sur le coefficient de vélocité**

Le tableau XXIII montre que le temps de conservation diminue l'énergie mise par les graines pour la germination.

Le coefficient de vélocité passe de 5,26% (pour les graines fraîches) à 1,6% pour les graines conservées pendant 09 mois.

**Tableau XXIII:Variation du coefficient de vélocité des graines conservées.**

Etats des graines	Germination (%)	Coefficient de vélocité (%)
Fraîches	98,9	5,26
Conservées 03 mois	57,3	2,1
Conservées 06 mois	57	2
Conservées 09 mois	5,5	1,6
Conservées 12 mois	0	0

**3 7- Influence de l'état des semences sur leur poids**

Etat des semences	Poids du fruit (g)			Poids de l'amande (g)		
	Max	Min.	Moy.	Max	Min.	Moy.
Fraîches	0,10	0,07	0,085	0,020	0,010	0,015
Conservées 03 mois	0,10	0,07	0,085	0,020	0,010	0,015
Séchées	0,10	0,07	0,085	0,020	0,010	0,015
Imbibées	0,12	0,10	0,11	0,03	0,02	0,025

*Tableau XXIV:Variation du poids du fruit et de l'amande.*

Nous constatons à travers le tableau XXIV que le poids est le même pour les graines fraîches, conservées et séchées, il est en moyenne de 0,085g et 0,015g pour respectivement le fruit et l'amande.

Concernant les graines imbibées, il est de 0,11g en moyenne pour le fruit et de 0,025g pour l'amande.

## II- Le greffage

### 2 1- Greffage de la variété femelle Achouri

---

#### 2 1 1- Effet du mode de greffage sur le taux de reprise

##### a- greffage en « chip budding »

Sur les 64 plants greffés, 26 ont repris ce qui représente 40,62%, les individus femelles constituent 61,53% du taux de reprise.

##### b- Greffage en écusson

Sur les 64 plants greffés, aucun n'a repris. En effet, normalement après 2 à 3 semaines après le greffage, le pédoncule se dessèche et finit par tomber signe que la greffe a repris. Dans notre cas, le pédoncule est resté attaché.

#### 2 1 2- Effet des traitements sur le taux de reprise

##### a- Greffage en « chip budding »

Le traitement aux antioxydants donne un taux de reprise de 42,3%, alors qu'il n'est que de 19,23% pour les individus femelles non traités.

##### b- Greffage en écusson

Bien que les plants greffés en écusson aient subi le traitement aux antioxydants, nous ne notons toutefois pas de reprise.

### 2 2- Greffage du clone mâle précoce

---

#### 2 2 1- Effet du mode de greffage sur le taux de reprise

##### a- Greffage en « chip budding »

Le greffage en « chip budding » des mâles précoces, donne un taux de reprise de 15,38%.

##### b- Greffage en écusson

Comme pour les individus femelles, les mâles n'ont pas repris.

#### 2 2 2- Effet des traitements sur le taux de reprise

##### a- greffage en « chip budding »



Nous enregistrons le même taux de reprise des individus traités et non traités, il est de 7,69%.

#### **b- Greffage en écusson**

Les traitements ne semblent pas avoir d'effet sur la reprise des individus mâles précoces.

### **2 3- Greffage du clone mâle de saison**

---

#### **2 3 1- Effet du mode de greffage sur le taux de reprise**

##### **a- greffage en « chip budding »**

Les clones mâles de saison ont un taux de reprise de l'ordre de 11,53%.

##### **b- Greffage en écusson**

Comme pour les individus femelles et les clones mâles précoces, cette technique n'a pas donné de résultat.

#### **2 3 2- Effet des traitements sur le taux de reprise**

##### **a- greffage en « chip budding »**

Les traitements semblent avoir un effet positif sur la reprise, elle est de 7,69% et de 3,96% pour respectivement les individus mâles de saison traités et ceux non traités.

##### **b- Greffage en écusson**

Les traitements n'ont aucun effet sur la reprise des mâles de saison comme pour les individus femelles et les mâles précoces.

### **2 4- Greffage du clone mâle tardif**

---

#### **2 4 1- Effet du mode de greffage sur le taux de reprise**

##### **a- greffage en « chip budding »**

Le taux de reprise chez les individus mâles tardifs est de 11,53%

##### **b- Greffage en écusson**

Comme pour les individus femelles et les clones mâles précoces et de saison, cette technique n'a pas donné de résultat.

#### **2 4 2 - Effets des traitements sur le taux de reprise**

##### **a- greffage en « chip budding »**

Le taux de reprise des individus mâles tardifs traités est de 7,69%.

**b- Greffage en écusson**

Les traitements n'ont aucun effet sur la reprise comme des clones mâles tardifs

Mode de greffage	Traitement	Variété $\square$ Achouri (%)	Clones $\square$ (%)		
			Précoce	De saison	Tardif
Chip budding	T $\square_0$	19,23	7,69	3,83	3,84
	T $\square_1$	42,30	7,69	7,69	7,69
	Total	61,53	15,38	11,53	11,53
Ecusson	T $\square_0$	0	0	0	0
	T $\square_1$	0	0	0	0
	Total	0	0	0	0

Tableau XXV:Récapitulatif des taux de reprise au greffage.

**2 5- Croissance du porte greffe *P. atlantica* :****2 5 1- Croissance en diamètre:**

La croissance en diamètre des plants du pistachier de l'Atlas mis en en culture en pépinière, passe de 0,12cm à 0,82cm pour respectivement 02 et 21 mois de culture (tableau XXVI).

Mode de greffage	Traitement	Variété $\square$ Achouri (%)	Clones $\square$ (%)		
			Précoce	De saison	Tardif
Chip budding	T $\square_0$	19,23	7,69	3,83	3,84
	T $\square_1$	42,30	7,69	7,69	7,69
	Total	61,53	15,38	11,53	11,53
Ecusson	T $\square_0$	0	0	0	0
	T $\square_1$	0	0	0	0
	Total	0	0	0	0

Tableau XXVI: Evolution du diamètre des plants du pistachier de l'Atlas.

\* Ce diamètre est obtenu après 21 mois de culture, 05 mois de transplantation dans un nouveau substrat et étêtage des tiges à 07cm au dessus du collet.

## 2 5 2- Croissance en hauteur

La croissance en hauteur des plants du pistachier de l'Atlas, mis en en culture en pépinière, passe de 6,18cm (02 mois) à 60,5cm (pour 21 mois) (Tableau XXVII).

Tableau XXVII: Evolution de la hauteur des plants du pistachier de l'Atlas.

Temps (mois)	Hauteur moyenne (cm)
02	6,18
04	14,5
06	16,35
08	20,71
10	40,84
12	43,1
14	45,2
16	50,35
18	50,36
20	55,3et 60,54*
21	60,5 et 63,3**

\* Ce diamètre est obtenu après 21 mois de culture, 05 mois de transplantation dans un nouveau substrat et étêtage des tiges à 07cm au dessus du collet.

Kaska et Nikpeyma (1995), estiment que jusqu'à 18 mois de culture, le substrat influence peu ou pas le diamètre de la tige des jeunes plants de pistachier.

# Quatrième partie : Discussion

## I- Germination des graines

Le fruit du pistachier de l'Atlas est une drupe monosperme (Monjauze, 1965), une drupe est un fruit charnu, indéhiscent à endocarpe ligneux (Brossard et Cuissance, 1984).

Il s'agit avant tout de distinguer graine et semence du fruit (ce qui a toujours fait l'objet de confusion), ce que l'on nomme usuellement la graine du pistachier de l'Atlas est en réalité le fruit.

En effet, le fruit comporte une enveloppe de plus que la graine le péricarpe, celui-ci est constitué de l'épicarpe (dans le cas du pistachier de l'Atlas, il est de couleur verte), du mésocarpe (noire et mou) et de l'endocarpe (ligneux et marron). La graine quant à elle, est constituée de l'amande (blanchâtre) et du tégument (enveloppe marron, très mince).

C'est sans doute parce que le fruit est petit, huileux et contenant une enveloppe dure, que l'extraction de la graine est délicate et que l'on préfère utiliser le fruit directement.

Nous avons utilisé improprement le terme semence, graine ou fruit pour désigner au fait la graine munie de son endocarpe ligneux.

### 1- Effet de l'imbibition

---

La germination s'accomplit lorsque l'embryon a la possibilité de s'imbiber, il faut alors une quantité d'eau suffisante (Côme, 1970).

Pour les semences fraîches du pistachier de l'Atlas, en dessous d'une imbibition de 48h et au dessus de 192h, la germination est lente et minimale.

Concernant les semences conservées, le meilleur taux est obtenu par une imbibition de 96h.

La quantité d'eau absorbée par la graine varie de 40% à 150% du poids sec suivant la nature des réserves mais, la vitesse d'absorption elle, varie avec la nature des téguments, la température et la pression osmotique.

Cette eau traverse les enveloppes séminales, par imbibition des cellules généralement mortes et par capillarité dans les lacunes et méats intercellulaires, l'absorption se fait d'abord par capillarité et imbibition purement physique, puis la pression osmotique provoque un appel d'eau dans les cellules vivantes (Côme, 1970). Ce phénomène provoque l'augmentation du poids des semences, comme nous le constatons chez celles du pistachier de l'Atlas, l'absorption d'eau est d'abord rapide puis elle diminue avec le temps (Côme, 1970).

Chez certaines semences, comme celles du bétoum, la lignification de leurs enveloppes et dans certain cas leur épaisseur, constituent une barrière (par résistance mécanique) à la saillie de la radicule, l'imbibition prolongée provoque alors le ramollissement de ces enveloppes (Côme, 1970).

L'immersion dans l'eau réduit l'aération des semences, car l'imbibition entraîne des perturbations considérables dans les échanges gazeux entre elles et l'atmosphère extérieure. L'oxygène n'atteint l'embryon, à travers les enveloppes imbibées, que par dissolution dans l'eau d'imbibition (Anonyme, 1986; Côme, 1970).

L'embryon utilisant l'oxygène qui lui parvient, il se crée au sein des enveloppes séminales imbibées un gradient de concentration en oxygène qui décroît de la surface externe vers la surface interne de ces enveloppes et plus elles sont minces plus elles sont perméables à l'oxygène (Côme, 1970).

Le temps d'imbibition et le taux de germination des semences fraîches du pistachier de l'Atlas sont différents de ceux des semences conservées, cette différence pourrait être attribuée à la barrière que crée l'endocarpe ligneux au passage de l'eau et de l'oxygène vers l'embryon quand les semences sont conservées au froid.

Ce mécanisme pourrait être expliqué par la présence d'inhibiteurs au sein des semences qui gêneraient le passage de l'eau et de l'oxygène vers l'embryon, limitant nécessairement son approvisionnement (Côme, 1970).

## **2- Effet de la température**

---

De nombreux travaux consacrés au rôle de la température dans la germination ont été conduit avec des semences entières, il n'est pas toujours précisé si la température agit directement sur l'embryon ou si elle exerce son influence par l'intermédiaire des enveloppes (Côme, 1970).

En outre, le taux de germination des semences varie souvent avec la température à laquelle elles sont mises à germer (Côme, 1970).

Certaines semences ne peuvent germer que dans un intervalle de température assez réduit. Cet intervalle est souvent étroit pour les semences récemment récoltées, mais il augmente au cours de la conservation (au cours de la conservation au froid, de nombreuses modifications d'ordre chimique et physique sont enregistrées, mais ce sont des manifestations habituelles des changements qui accompagnent tout organe de réserve exposé au froid), soit vers les basses températures, soit vers les températures élevées, soit à la fois vers les températures plus basses et plus élevées (Côme, 1970).

La température à un rôle strictement physiologique agissant sur les processus de germination et de croissance (vitesse des réactions biochimiques), il en est de même lorsque la germination est ralentie ou supprimée par un mécanisme inhibiteur (Côme, 1970).

L'inhibition d'une semence n'est pas un phénomène absolu, elle peut survenir sous certaines conditions thermiques.

Des températures élevées peuvent causer une inhibition tégumentaire, l'ablation des enveloppes ou le traitement des semences par le froid permet le plus souvent une germination rapide (Côme, 1970).

Cependant chez certaines semences, les températures basses provoquent l'apparition d'une inhibition tégumentaire, en effet lorsqu'elles sont conservées au froid puis ensemencées à une température plus élevée pour permettre leur germination, elles deviennent relativement dormantes, il s'agirait probablement d'une réduction de l'apport d'oxygène à l'embryon provoquée par une modification de la perméabilité à ce gaz des enveloppes séminales (Côme, 1970).

En effet, l'inhibition tégumentaire est d'autant plus intense que la température de germination est élevée, lorsque celle-ci s'élève, l'intensité des oxydations tégumentaires augmente et la solubilité de l'oxygène dans les enveloppes imbibées diminue, ces deux facteurs agissent en même temps pour limiter l'apport d'oxygène à l'embryon (Côme, 1970; Bouravel, 1974).

Dans de nombreux cas, l'alternance quotidienne de température lève aussi bien la dormance qu'une température basse continue, si les amplitudes des fluctuations thermiques ne sont pas trop grande, en général, des différences de 5°C sont des traitement efficaces (Côme, 1970).

Ainsi, un grand nombre de semences voient leur germination améliorée par des alternances de température, leur action est liée à la présence des enveloppes séminales, cependant les résultats sont fonction de la température (supérieure et inférieure) de chaque cycle, de la durée d'exposition et de la fréquence des cycles (Côme, 1970).

L'alternance des températures de germination des semences du pistachier de l'Atlas tue la graine (Monjauze, 1968; Khelil et Kellal, 1980), cependant les températures de chaque cycle, la durée d'exposition et la fréquence des cycles n'ont pas été testés en totalité.

### 3- Effet de la lumière

---

La classification des semences en fonction de leur sensibilité à l'éclairement n'est valable qu'en considérant des semences intactes (munies de leurs enveloppes) fraîchement récoltées, placées dans de conditions habituelles de température et d'humidité suffisante pour la germination car la photosensibilité des semences ne concerne pas directement l'embryon, seules les enveloppes en sont responsables (Côme, 1970).

La germination n'est stimulée par la lumière que dans un intervalle bien défini selon les espèces (Côme, 1970).

En effet, la durée de l'éclairement nécessaire pour induire la germination des semences à photosensibilité positive varie selon les espèces, plusieurs facteurs interviennent simultanément pour créer la grande diversité des réponses à l'éclairement de ces semences (Côme, 1970).

L'effet de la lumière dépend de la durée d'imbibition, cependant la photosensibilité n'est influencée que si l'imbibition des semences se fait à l'obscurité, de plus la durée d'imbibition exigée, pour obtenir la photosensibilité maximale, varie d'une espèce à une autre (Côme, 1970).

Les semences à photosensibilité positive ne sont pas influencées par la température, mais l'action de la lumière est inhibée si la quantité d'oxygène est augmentée (Côme, 1970).

Beaucoup de semences à photosensibilité positive ou négative perdent progressivement leur sensibilité à l'éclairement au cours de leur conservation, selon les époques de l'année et les conditions de conservation (humidité, éclairement), des variations de cette sensibilité ont été enregistrées (Côme, 1970).

Les semences à photosensibilité positive germent à l'obscurité à température relativement basse et ne germent ni à l'obscurité ni à la lumière à température assez élevée. Il existe aussi des semences présentant une photosensibilité négative aux températures basses et une photosensibilité positive aux températures élevées (Côme, 1970).

Lorsque les semences du pistachier de l'Atlas sont conservées au froid, une inhibition tégumentaire apparaît, mais quand elles sont mises à germer à la lumière, cette inhibition est levée.

En effet, la lumière s'opposerait à l'action des inhibiteurs contenus dans les enveloppes. Il existe aussi des substances capables de réduire les besoins de lumière, c'est le cas notamment de l'acide gibbérellique qui supprime plus ou moins la photosensibilité des semences (le mode d'action de la lumière et de l'acide gibbérellique serait identique) (Côme, 1970).

D'une manière générale, la photosensibilité des semences n'est au fait qu'apparente, leur germination peut exiger ou se passer de la lumière quand les conditions thermiques sont modifiées ou si le milieu renferme certaines substances (Côme, 1970).

#### **4- Effet des provenances**

---

D'une manière générale, la germination est aisée pour la plupart des espèces du genre *Pistacia*, bien qu'elle soit très liée à la provenance des semences (Aléta *et al*, 1997).

L'objectif des essais de provenance est de permettre d'obtenir des forêts bien adaptées et productives, cette productivité n'implique pas toujours une croissance rapide; la survie, la résistance à des facteurs de milieu défavorables ou à des parasites, la qualité du bois, la production de graines (par la création de peuplements locaux) pourraient être des critères importants (Callaham, 1964; Burley, 1969).

Les études sur les sources de graines fournissent les preuves de l'adaptabilité des provenances pour éliminer progressivement les moins adaptées et choisir celles qui seront utilisées ultérieurement (Callaham, 1964 ; Van de Sype, 1994).

La majorité des espèces et des milieux sont trop variables pour pouvoir effectuer une analyse en un seul essai, en effet il est nécessaire de réaliser, en premier lieu, des essais d'orientation, où il est expérimenté des graines de nombreuses provenances, ensuite des expériences plus détaillées se font avec des graines des meilleurs semenciers pris aux sources les plus intéressante (Callaham, 1964).

Deux ou trois essais successifs donneraient d'assez bonnes indications, mais pour une zone donnée, la détermination de la meilleure provenance demande un temps assez long (Callaham, 1964).

En outre, les études sur les sources de graines dans les régions semi-arides doivent affronter des problèmes tout particulier (faiblesse des précipitations et ou variation des précipitations moyennes très importante), ainsi de légères modifications climatiques peuvent se montrer critique dans ces régions (Callaham, 1964).

Le milieu à deux effets, un effet direct sur l'expression ou la plasticité du phénotype et un effet indirect, en orientant l'évolution des population (Callaham, 1964).

A un milieu diversifié de l'aire naturelle d'une espèce correspond une espèce génétiquement variable, les espèces largement répandues sont les plus variables (Callaham, 1964). En effet, certaines caractéristiques du climat et du sol peuvent jouer un rôle dans la différenciation génétique des arbres forestiers, par l'adaptation aux conditions du climat - l'ajustement du rythme végétatif des différentes populations au climat locale provoque des différences entre provenances en ce qui concerne la date moyenne de débourrement et d'arrêt de végétation - et celles du sol – les facteurs les plus importants



pourraient être la structure physique et hydromorphique plus que la composition chimique – (Bouravel, 1974).

Les caractéristiques climatiques et édaphiques des trois provenances choisies sont différentes, étage bioclimatique semi aride à aride, 300 - 400mm/an de précipitation, 780 m d'altitude, pour la provenance Messaad, étage bioclimatique semi aride, 100 - 200mm/an de précipitation, 470 m d'altitude sur la haute plaine constantinoise pour la provenance M'sila, quand à Ain Sefra, étage bioclimatique aride inférieur froid, 192mm/an de précipitation, 1070m sur l'Atlas saharien oranais (Monjauze, 1968; *Barry et al*, 1974; Kadik, 1987).

L'échantillonnage de l'aire naturelle doit tenir compte de la variation des facteurs du milieu dont on sait à priori, qu'ils sont déterminants pour la différenciation génétique (Pesson, 1974), en effet ces études n'auront de sens que si elles portent sur des caractères à hérédité forte, car les différences seront imputables aussi bien à la variabilité génétique qu'à l'influence des facteurs écologiques au lieu d'origine de chaque provenance (Bouravel, 1974).

Des spécimens comparables, provenant de nombreuses origines, devraient être étudiés quand à leurs ressemblances et différences de forme et de structure. Il faudrait en effet faire des recherches sur la variabilité dans les feuilles, les fruits, le bois, l'écorce et d'autres tissus, étant donné que la morphologie des organes, l'anatomie interne, la chimie des huiles essentielles peuvent varier dans l'étendue de l'aire de l'espèce. Il faut savoir aussi que le comportement d'une espèce perturbée par l'homme depuis longtemps (comme l'est le pistachier de l'Atlas) est impossible à prévoir (Callahan, 1964).

Il faut aussi tenir compte des peuplements choisis comme provenances, qui doivent représenter un bon échantillonnage de l'aire naturelle de l'espèce (aucun essai important de provenances regroupant des origines de l'aire naturelle du pistachier de l'Atlas n'a pu être réalisé), des arbres sur lesquels les graines ont été récoltées soient en nombre suffisant et bien répartis dans le peuplement choisi (de façon à représenter fidèlement les caractéristiques moyennes de la population), des objectifs et des ressources disponibles (Burley, 1969; Bouravel, 1974).

## 5- Effet des inhibiteurs

---

Les fruits charnus contiennent des substances qui sont responsables de l'inhibition de germination des graines contenues dans ces fruits (Côme, 1970).

Les inhibiteurs de germination sont essentiellement des acides organiques à courte chaîne, des acides aromatiques et des huiles essentielles (Côme, 1970).

Les résines sont insolubles dans l'eau, non volatiles, se composent d'alcools et d'acides (alcools aromatiques, résinols, résinotannols – qui donnent les tanins -, dérivés phénoliques, alcool benzylique, acides résineux, benzoïque, cinnamique et des acides gras), quand aux huiles essentielles (hydrocarbures cycliques volatiles), elles se composent de phénols, aldéhydes, cétones, toutes ces substances peuvent être à l'origine de l'inhibition de germination des semences (Côme, 1970; Nezzar, 1992).

Les inhibiteurs de germination ont un rôle physiologique mais surtout écologique, ils permettraient l'étalement de la germination. Toutes les semences libérées ne germent pas en même temps, la survie de l'espèce serait ainsi assurée si les conditions climatiques défavorables risquent de tuer les jeunes plantules (Côme, 1970).

En outre, l'inhibition ne s'exprime, dans certains cas, que lors de la conservation au froid (cas des graines de pommier). Il serait probable que les enveloppes séminales interviennent en limitant l'apport d'eau et d'oxygène, ce dernier serait utilisé à l'oxydation enzymatique de l'inhibiteur et les composés phénoliques créeraient une barrière chimique au passage de l'oxygène vers l'embryon (Côme, 1970).

De plus, ces substances sont inhibitrices, si elles ne sont pas diluées et stimulatrice à dilution importante (Côme, 1970).

En effet, les semences renfermant des inhibiteurs de germination hydrosolubles germent après un lessivage suffisant par les pluies, ce phénomène écologique paraît être très important chez les plantes des régions arides et désertiques (Côme, 1970).

En définitive, les phénomènes de dormance et d'inhibition des semences sont très complexes car les facteurs internes ou externes qui les contrôlent et les mécanismes physiologiques qu'ils mettent en jeu sont multiples et variés. Ces facteurs étudiés séparément, interviennent en fait simultanément, mais les données sur les interactions entre facteurs sont très réduites. En outre, ce sont des phénomènes discrets et passagers, ils ne se manifestent que dans certaines conditions, une légère modification des conditions expérimentales peut avoir des conséquences considérables sur le comportement de ces dernières (Côme, 1970).

## **6- Qualité des graines**

---

La germination des semences des espèces du genre *Pistacia* est liée à leur qualité, à l'arbre producteur, leur bonne fécondation et qu'elles soient issues de la récolte de l'année (Aléa et al, 1997).

L'évaluation de la qualité d'un lot doit se faire normalement lors de la réception du lot et également pendant la conservation, si celle-ci est de longue durée ou s'il s'agit de semences à viabilité réputée faible (Anonyme, 1994; Côme, 1970; Suzska et al, 1994).

Les semences du pistachier de l'Atlas appartiennent à la catégorie des graines orthodoxes, qui supportent une dessiccation naturelle ou artificielle jusqu'à 4 à 6%, la teneur en eau des trois provenances est de 2,3%, ce qui représente un niveau très bas en deçà même des limites. Cependant, il faut noter que cette teneur en eau est en réalité la perte à la dessiccation, cette dernière est estimée à 6,19% dans 100g de fruits.

De plus, entre provenance de la même espèce, il ne devrait pas y avoir de très grandes différences (Suzska et al, 1994).

Les résultats des tests de viabilité sont décisifs, car ils reflètent la qualité réelle (bonne ou mauvaise) d'un lot (Suzska et al, 1994). Pour les trois provenances, c'est le test à la coupe qui est le plus fiable même s'il est délicat d'application.

Les tests de germination permettent de suivre le comportement des semences sous différentes conditions mais surtout, il permet d'estimer d'autres critères tels que la vitesse de germination, le nombre de graines utilisables par kilogramme ... etc. (Suzska et al, 1994).

Les tests de germination des trois provenances donnent des résultats différents, qui sont probablement dus à l'effet provenance.

Les tests de levée permettent de suivre l'évolution de la plantule au laboratoire ou en pépinière (Suzska et al, 1994), les taux obtenus présentent des différences puisque au départ l'estimation de la levée dépend des résultats des tests de germination.

Le nombre de graines utilisables par kilogramme est un critère important pour déterminer la qualité des graines, il est notamment utilisé dans le catalogue des graines forestières (de l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, FAO), ce critère prend des valeurs différentes selon les provenances et les pays, il est estimé, pour les semences du pistachier de l'Atlas, à 7900 graines en France (Anonyme, 1975), 4000 graines en Syrie (Hadj Brahim et al, 1998).

D'une manière générale, c'est avant tout les différences des taux de germination qui changent la valeur des critères calculés, ces différences pourraient être dues à l'influence de plusieurs facteurs: la fraîcheur des graines, leur qualité, l'arbre producteur, les traitements appliqués et le stockage ou la conservation (Anonyme, 1993).

Par ailleurs, l'hétérogénéité des pourcentages de germination au sein d'une même provenance peut avoir d'autres causes.

En effet, la maturité des fruits au moment de leur récolte (des graines trop mûres peuvent perdre leur pouvoir germinatif), le mode de récolte (qui doit se faire sous de beaux semenciers, vigoureux, . . . etc.), les conditions d'entreposage (durant le transport), la nécessité du dépulpage (dans le cas des fruits charnus), les conditions de séchage (la température, l'humidité diurne et nocturne) sont autant de facteurs qui peuvent influencer la longévité et la viabilité future des semences.

Il est donc capital de connaître avec soin l'historique de la récolte avant d'entreposer les graines en vue de leur conservation (Anonyme, 1993; Côme, 1970; Bellefontaine, 1994; Suzska *et al*, 1994).

La récolte se fait sur peuplement, donc toujours génétiquement variée, c'est-à-dire hétérogène dans son comportement, ce qui est à l'origine de nombreuses difficultés lors des traitements des semences (Côme, 1970; Suzska *et al*, 1994).

De plus l'accès aux zones de récolte est la plupart du temps assez difficile, le personnel qui effectue la récolte n'est pas qualifié et la récolte se fait aléatoirement. Il serait donc judicieux de créer un organisme de collecte des graines (ou de toute ressource génétique forestière). Les informations nécessaires pourraient être résumées sous forme de fiche de récolte des graines (annexe n°4), cela vaut particulièrement pour les espèces présentant une grande importance comme le pistachier de l'Atlas.

Quant à la maturité des fruits, elle est définie par des critères physiques (modification de taille, de couleur et de texture) qui surviennent à maturité (Côme, 1970; Suzska *et al*, 1994). Les fruits du pistachier de l'Atlas passent du rouge au vert à maturité puis au noir quand le fruit est trop mûr.

De plus, la fréquence des années de fructification dépend de l'espèce, des conditions climatiques et des conditions d'environnement (bonne pollinisation, absence de pluies et de gelées tardives, ... etc.) (Côme, 1970; Suzska *et al*, 1994). Dans le cas du pistachier de l'Atlas, nous savons qu'il rencontre des problèmes de décalage phénologique entre les pieds mâles et les pieds femelles (Morsli, 1992), des pressions anthropiques (émondages, coupes, surpâturage répétitif) (Monjauze, 1965).

S'agissant du transport des semences, celui-ci doit se faire rapidement vers le lieu de stockage. Pour les transports de courte durée, les sacs en tissus, fermés sont suffisants, ils doivent être perméables à l'air car les semences respirent intensément (Suzska *et al*, 1994), ils doivent être placés à l'ombre, à l'abri de la pluie et des ravageurs en évitant à tout pris l'échauffement des semences (Suzska *et al*, 1994).

Le stockage temporaire ou entreposage doit tenir compte de la teneur en eau, de la température, de l'épaisseur de la couche de graine (risque d'anaérobiose), car des conditions désavantageuses peuvent se créer et entraîner une perte de viabilité d'un grand nombre de graines, dans tout les cas, le stockage provisoire ne peut aller au-delà de quelques semaines dans le pire des cas (Côme, 1970; Suzska *et al*, 1994).

Il est aussi utile de dépulper les semences, en enlevant l'exocarpe mou, car il favorise le développement des champignons (Suzska *et al*, 1994).

Le séchage se fait à des températures de 15°C à 20°C, car la capacité de l'air à absorber de l'eau s'accroît avec la température. Il est important de savoir qu'à une température donnée, un équilibre s'établit entre la teneur en eau des graines et l'humidité relative de l'air, équilibre qui se maintient tant que les conditions extérieures ne change pas (Suzska *et al*, 1994).

Quoi qu'il en soit et toutes espèces confondues, il est capital à la fin du séchage de déterminer le poids de chaque lot, parce que s'il y a perte de poids ultérieur, ceci indiquerait une perte d'eau donc un accident de conservation (Suzska *et al*, 1994).

Avant le stockage des graines, celles-ci doivent être conditionnées, les récipients utilisés ne doivent pas être corrosifs, chimiquement neutre et hermétiques (surtout pour les graines orthodoxes), ils ne seront conservés au froid qu'à cette condition. Lors de la sortie des récipients de la chambre froide et pour éviter les changements de la teneur en eau, il faut prélever l'échantillon de semences directement de la chambre froide puis refermer le récipient immédiatement, cependant les variations de température ne sont jamais favorables (Suzska *et al*, 1994).

Il est utile de connaître l'historique de la récolte, de même les lots de semences commercialisés doivent satisfaire à certaines normes de qualité inhérente à la pureté spécifique et la faculté germinative (Côme, 1970; Suzska *et al*, 1994; Aléta *et al*, 1997). Pour notre part nos semences proviennent de lots commercialisés sans origine bien précise et ne répondant à aucune norme reconnue.

## **II- Greffage**

Indubitablement, un des principaux problèmes du pistachier vrai est sa multiplication, la production de porte greffe, greffage et la transplantation, sont des opérations délicates à effectuer du fait de l'écoulement de résine, l'arbre supporte mal les plaies et les taux de reprise obtenus sont généralement faible, et c'est le cas du pistachier de l'Atlas (Leghzali, 1988; Varga *et al*, 1988).

### **1- Effet du diamètre du porte greffe**

---

L'âge du porte greffe, pour les plantes lignifiées, est en général indifférent pour la réussite du greffage, cependant, il faut tenir compte du diamètre qui lui dépend de l'âge et des soins apportés aux plants (Anonyme, 1993).

En effet, la reprise au greffage augmente significativement avec le diamètre du porte greffe, l'utilisation de la technique du chip budding donne des taux de reprise de 30%, 41%,

57%, 70% et 75% pour respectivement des diamètres de 0,55cm, 0,6cm, 0,65cm, 0,7cm et 0,77cm (Roméro *et al*, 1988).

Le diamètre minimum est de 0,55cm (Roméro *et al*, 1988), de 0,6cm pour Aléta *et al*, (1997), de 0,7cm pour Monastra *et al*, (1997), de 0,8cm pour Hadj Brahim *et al*, (1998) et de 0,9cm pour Vargas *et al*, (1997).

Concernant l'écussonnage, ce mode ne donne de résultat que si le diamètre dépasse 1,1cm (Baltet, 1993).

## 2- Effet de la période de greffage et le type de greffe

---

La période de greffage et le type de greffe influent significativement sur la reprise au greffage.

En utilisant le greffage en chip budding, début juillet avec des greffons issus des pousses de l'année, le taux de reprise est de 44,8% (jugé très satisfaisant). Ce taux peut être amélioré (56,7%) en employant la même technique mais avec des greffons conservés au froid (Aléta *et al*, 1997).

Pour ce qui est de l'écussonnage début juillet, ce mode ne donne aucun résultat quel que soit l'espèce de pistachier utilisée (Aléta *et al*, 1997; Hadj Brahim *et al*, 1998), en revanche si le greffage est effectué vers la fin juillet, le pourcentage de reprise passe à 47,9% (Aléta *et al*, 1997).

En effet, le problème de l'écussonnage réside dans la date de greffage qui diffère d'une région à une autre (Aléta *et al*, 1997; Hadj Brahim *et al*, 1998).

## 3- Effet de la technique de greffage en pépinière

---

La reprise au greffage en pépinière dépend de l'état végétatif du porte greffe, celui-ci doit être suffisamment développé et être en période de croissance végétative (Hadj Brahim *et al*, 1998).

Quand les portes greffe sont élevés en pépinière, leur greffage à l'âge d'un an, est difficile, le pourcentage ne dépasse pas 50% en moyenne, la difficulté résiderait probablement dans le fait que plusieurs facteurs ne sont pas précisés tels que le volume des conteneurs et la nature du substrat (Monastra *et al*, 1997; Aléta *et al*, 1997).

Les conteneurs, en polyéthylène noir renforcé (munis de trous de 2 à 3mm, 20cm de diamètre et 55 à 60cm de hauteur), sont préconisés par Hadj Brahim *et al*, (1998).

Pour ces mêmes auteurs, le taux de réussite du greffage sur place est plus important que celui du greffage en pépinière.

## 4- Effet des traitements appliqués

---

Le trempage des rameaux greffons dans un mélange de substance de croissance et d'antioxydants amélioreraient la reprise au greffage des pistachiers (Aléta *et al*, 1997).

En effet, l'utilisation de substances de croissance (AIA, ANA, AIB) accélèrent le processus de perte de la différenciation, revenir à l'état méristématique, proliférer et acquérir de nouvelles spécialisations, ces cellules peuvent redevenir semblables à celles d'un cambium (Champagnat, 1980).



## 5- Effet de la qualité des greffons

---

Lors de la greffe d'yeux (par rameaux détachés), il est conseillé d'utiliser des bourgeons végétatifs bien constitués, ni latents, ni fructifères et ne présentant aucune lésion. Quand aux rameaux, ils ne doivent être ni anticipés ni florifères car ils sont considérés comme mauvais porte greffons (Anonyme, 1993; Baltet, 1993).

La récolte des greffons doit se faire soit sur des arbres déjà greffés, dont l'origine est connue, soit sur des arbres locaux dont la production et la qualité des fruits est satisfaisante, car la qualité des greffons dépend de leur provenance (qui doit être notée avec précision sur chaque arbre), il faut prélever les greffons sur des pieds mères déjà traités et taillés pour fournir ce matériel de qualité (Aléa *et al*, 1997; Hadj Brahim *et al*, 1998). En outre, les greffons doivent être récoltés sur des pousses aoûtées (tissus jeune mais au tout début de lignification), le jour même de leur utilisation, à l'abris du vent et du soleil pour éviter le dessèchement des parties terminales (Anonyme, 1993).

De plus, le bois utilisé comme greffons doit être riche en eau, d'où la nécessité de l'immersion dans de l'eau pendant 24 à 48h avant greffage (Reynier, 1986), ce qui n'a pas été le cas des rameau greffons que nous avons utilisé.

La variété femelle Achouri, montre une sensibilité à des maladies cryptogamiques (telle que *Alternaria sp.*), dans les conditions d'humidité élevée de l'air, ce qui semble être le cas de la station expérimentale de Béni Tamou, d'où est issu notre matériel végétal qui présente des lésions provoquées assurément par un fongique.

## 6- Effet du porte greffe

---

Le taux de réussite au greffage dépend aussi de l'espèce utilisée comme porte greffe.

Que se soit en place, en pépinière ou en conteneur, les essais effectués par différents auteurs (Aléa *et al*, 1997; Monastra *et al*, 1997; Hadj Brahim *et al*, 1998), mettent en évidence la mauvaise aptitude du *Pistacia vera* comme porte greffe par rapport au bon comportement générale du *Pistacia integerrima* et l'aptitude satisfaisante du *Pistacia palestinae* et *Pistacia atlantica*, satisfaisante car le pistachier de l'Atlas induit une vigueur moins forte, est difficile à greffer (sa reprise au greffage est moins bonne) et l'écoulement de résine produite par les incisions de l'écorce recouvre l'œil et fini par l'étouffer (Carra, 1950). De surcroît, il est cité des cas comme en Libye, où le greffage sur le pistachier est un échec total (Hadj Brahim *et al*, 1998).

De plus l'analogie dans l'état de sève du porte greffe et du greffon aide au succès de l'opération, cette analogie est réalisée en conservant un bourgeon en tête du sujet qui attire la sève vers la greffe et en hâte l'agglutination (Baltet, 1993).

Dans le cas du pistachier de l'Atlas, le mouvement de sève est provoqué en écimant et en arrosant fortement quelques jours avant le greffage, le rabattage de plus en plus sévère du porte greffe donne une reprise au greffage de 80% (Carra, 1950).

## 7- Effet de l'incompatibilité au greffage

---

Le contact entre greffon et porte greffe est constitué de cellules mortes, qui forment une couche d'isolement primaire, le tissu intermédiaire (qui se forme lors du greffage des pistachiers) est parenchymateux et irrégulier pour des combinaisons soudées ou non (Champagnat, 1980; Leghzali, 1988).

Il existe des différences dans la vitesse et la capacité de résorption de la couche d'isolement primaire et la différenciation du tissu intermédiaire. Plus la capacité de résorption de la couche d'isolement primaire est grande, plus la combinaison se soude.

Cependant, un mauvais raccord anatomique peut survenir, il relève de diverses causes: surface de contact réduite, infestation secondaire par des virus, action toxique du porte greffe ou du greffon, respect de la polarité (pour qu'il y ait soudure, la polarité du greffon doit coïncider avec celle du porte greffe), perturbations du métabolisme (Champagnat, 1980; Leghzali, 1988).

En outre, la couche de cellules constituée peut ne pas se résorber, elle constitue alors une surface prédisposée à la rupture même si elle est traversée par des faisceaux de tissus conducteurs (Champagnat, 1980).

Chez le pistachier vrai greffé, lorsqu'il n'y a pas soudure, certaines anomalies apparaissent (les bords de l'écorce ne collent généralement pas au greffon, dessèchement des lèvres et décollement de la greffe causés par l'importance de l'incision en T dans le sens horizontale) (Leghzali, 1988).

Ces anomalies sont susceptibles de rendre compte du caractère aléatoire des rejets de greffe. Ils permettent de comprendre aussi que des résultats différents puissent être obtenus sous des environnements différents et à différentes périodes de l'année, et ceci indépendamment de l'union des cambiums. Il suffit pour cela que certaines réactions du métabolisme varient avec le temps, les conditions du milieu, ... etc. (Champagnat, 1980).

Néanmoins, pour réussir le greffage, il faut aussi tenir compte de certaines conditions telles que:

- Un assemblage précis et rapide (Anonyme, 1993; McMilla Browse, 1981);
- Pratiquer les opérations de greffage à l'ombre et très tôt le matin (Anonyme, 1993; Aogo, 1994; Hadj Brahim *et al*, 1998);
- Des outils bien adaptés, constamment affilés, un produit fongique, des ligatures souples (polyéthylène) et un personnel qualifié (Anonyme, 1993; McMilla Browse, 1981).

Il est conseillé de greffer en automne si le greffage d'été n'a pas donné de résultat. Le greffage se fait à œil dormant, la reprise s'effectue au printemps suivant (Hadj Brahim *et al*, 1998), cependant Aléta *et al*, (1997) dissuadent de pratiquer cette opération à cette époque car pour eux il y aura chute des pousses.

Par ailleurs, le greffage en placage, au printemps avec des yeux de l'année précédente, donne un pourcentage de reprise de 60% (Hadj Brahim *et al*, 1998).



## Conclusion

Ce préliminaire que nous souhaitons poursuivre et améliorer nous autorise à dire que :

La germination des graines du pistachier de l'Atlas dépend de certains facteurs, en effet l'analyse statistique révèle un effet significatif de ces facteurs sur la germination des semences fraîches.

Il est nécessaire de scarifier (éliminer l'épicarpe et le mésocarpe), considéré comme inhibiteur de la germination (Aléta *et al*, 1997). Au fait les enlever évite l'apparition de champignons car se sont des enveloppes molles (Suzka *et al*, 1994).

Il n'est pas utile d'enlever l'endocarpe ligneux - considéré comme gênant la germination - car le ramollissement provoqué par l'imbibition est suffisant pour faciliter la sortie de la radicule.

Pour que la germination s'accomplisse, il faut que la graine s'imbibe avec une quantité d'eau suffisante. L'imbibition s'accompagne d'une augmentation du poids des semences, chez le pistachier de l'Atlas, le poids passe 5,11g (poids frais) à 7,70g (après 192h d'imbibition).

Le taux et le temps de germination, des semences fraîches du pistachier de l'Atlas, sont améliorés au fur et à mesure de l'imbibition, le taux passe de 5,4% à 98,9%, de même que le temps qui passe de 56j à 19j pour respectivement une imbibition de 48h et une imbibition de 192h.

La durée maximum d'imbibition est de 192h, et le taux maximum d'imbibition est de 33,63%.

L'oxygène est nécessaire à la germination pour la plupart des espèces, mais la quantité est variable d'une espèce à une autre, cependant c'est l'embryon qui a besoin d'oxygène, la germination n'est donc possible que si les enveloppes séminales se laissent traverser par ce gaz. Il serait vraisemblable que l'oxygène traverse les enveloppes des semences du pistachier de l'Atlas et qu'il parvienne à l'embryon en quantité suffisante.

De même que l'eau est l'oxygène, la température joue un rôle physiologique dans la germination. L'intervalle de température de germination du pistachier de l'Atlas est entre 15°C et 35 ° C (en dessous de 15 et au dessus de 35 ° C, la germination ne peut se faire). La température optimale donnant une capacité de germination de 99,1% est 25°C, une imbibition de 192h avec scarification puis stratification dans du sable humide.

Le temps aussi varie avec la température de germination de 41j à 19j pour respectivement une température de 15°C et 25°C.

Comme la température, la lumière – par sa couleur- a un effet écophysologique dans l'accomplissement de la germination, pourtant la photosensibilité des semences est imparfaitement comprise et variable selon l'humidité, la conservation, la température d'où la difficulté d'interpréter les diverses données. L'éclairage par une lumière blanche selon un cycle de 8h de lumière et 16h d'obscurité, donne un taux de germination de 98,4%. Les semences du pistachier de l'Atlas sont donc à photosensibilité positive, et il n'y a pas d'inhibition de germination par la lumière.

La variation due au milieu se mesure entre autre par la taille des graines. Le diamètre donne des capacités de germination de 98,4%, 80,3% et 51,8% pour respectivement le diamètre D1 (0,21-0,37cm), D2 (0,16-0,20cm), D3 (0,11-0,15cm) (imbibition de 192h, stratification à 25°C dans du sable humide).

A un milieu diversifié de l'aire naturelle d'une espèce correspond une espèce génétiquement variable car certaines caractéristiques du climat et du sol peuvent jouer un rôle dans la différenciation génétique. Pour les trois provenances testées, nous obtenons des taux de 98,9% (provenance Messaad), 80,5% (provenance M'sila), et 79,8% (provenance Ain Sefra). La provenance Messaad donne apparemment le meilleur taux de germination.

L'indice épaisseur / longueur est variable selon les provenances que se soit pour le fruit ou pour l'amande, il est de 0,23 (Messaad), 0,19 (Ain Sefra) et 0,18 (M'sila), de 0,028 (Messaad), 0,031 (Ain Sefra), 0,033 (M'sila) pour respectivement le fruit et l'amande.

Le temps moyen nécessaire à la germination (inverse X 100 du coefficient de vélocité de Kotowski) est de 15,9j, 16,3j et 16,5j pour respectivement les provenances Messaad, M'sila et Ain Sefra.

Concernant la qualité des semences du pistachier de l'Atlas, nous constatons :

- Une variation de la pureté selon les provenances de 76,53%, 83,3% à 91,35% pour et dans l'ordre Messaad, Ain Sefra et M'sila;
- Le poids des 1000 graines varie lui aussi de 177,6g (M'sila), à 102,56g (Ain Sefra) à 101,62g (Messaad);
- Quand à la viabilité des semences, celle-ci varie avec les provenances et les tests, de 97% (M'sila) à 100% (Messaad) pour le test aux rayons X, de 87% (Messaad) à 89,7% (Ain Sefra) pour le test à la coupe, de 85,7% (Ain Sefra) à 94,3% (M'sila) pour le test de flottaison;
- Le test de germination montre que les taux varient selon les trois provenances, ils sont de 98,9%, 80,5% et 79,8% pour et dans l'ordre Messaad, M'sila et Ain Sefra;
- Comme pour le test de germination, le test de levée enregistre une variation de 78,2% (Ain Sefra, 79,8% (M'sila) puis 97,3% (Messaad);
- La teneur en eau des provenance est égale à 2,4% pour M'sila et Ain Sefra, celle de Messaad à 2,3%;
- La perte à la dessiccation augmente avec le temps de 0,7% (après 1h) à 2,3% (après 24h), ce point ultime représente la perte à la dessiccation létale;

Les critères calculés à partir des tests précédents montrent que :

- La valeur utile varie selon les provenances, il y a 757g, 735g et 665g de graines capables de germer pour respectivement Messaad, M'sila et Ain Sefra;
- Le nombre de graines utilisables par kilogramme suit le même schéma, dans un kilogramme du lot d'origine, nous pouvons nous attendre à ce que 7448, 6481 et 4141 graines soient capables de germer pour et dans l'ordre Messaad, Ain Sefra et M'sila;
- Le coefficient de vélocité varie de 1,38 (Ain Sefra), 1,52 (M'sila) et 5,26 (Messaad), l'énergie mise par la provenance Ain Sefra est plus faible que celle de M'sila et Messaad;

Pour ce qui est de la conservation au froid des graines nous observons des variations dans les résultats obtenus par rapport aux graines fraîches.

Le poids des graines passe de 5,11g (poids frais) à 7,30g.

La durée d'imbibition maximum est de 96h, pour un taux de 30%.

Les taux de germination varient avec les temps d'imbibition, ils sont de 3,3% (48h), 30,5% (72h), 57,3% (96h) et 0% (192h).

Le temps de conservation influe aussi sur les taux de germination qui varient 57,3% (3 mois), 57% (6 mois), 5,8% (9 mois), 0% (12 mois).

Lors de la conservation apparaît une dormance, les semences totalement scarifiées germent à 100%, c'est donc une inhibition de germination causée par les enveloppes et ne se manifestant que quand les graines sont soumises au froid.

Cette inhibition de germination pourrait être due aux huiles (phospholipides et essentielles) et aux tanins contenus dans les cellules du fruit. Ces substances sont inhibitrices (sous certaines conditions thermiques comme la conservation au froid), les semences utiliseraient l'oxygène pour l'oxydation enzymatique des inhibiteurs limitant ainsi la quantité nécessaire à l'embryon. En outre, les liens entre la température et les phénomènes d'inhibition tégumentaire sont variés et complexes, ils intégreraient des mécanismes physiologiques, biochimiques et physico-chimiques.

L'analyse statistique a révélé un effet significatif du temps de conservation, de l'imbibition et de la lumière, sur la germination des graines fraîches et conservées au froid.

Les traitements appliqués pour lever l'inhibition tégumentaire montre une efficacité variable, la scarification totale ou partielle, la lumière blanche, la stratification froide et le lessivage donne des résultats satisfaisants respectivement 100%, 98,1%, 75%, 81%, 99,9% de germination. Les températures alternées, la solution saline et les stratégies de conservation adoptées ne lèvent pas cette inhibition.

L'analyse statistique révèle un effet significatif des traitements appliqués sur la levée d'inhibition des semences conservées au froid.

La conservation change aussi la valeur des critères de qualité, la valeur utile diminue avec le temps de conservation de 43,85% (3 mois), à 43,62% (6 mois), à 4,21% (9 mois) et finit par s'annuler (12 mois).

Plus le temps de conservation est long plus le nombre de graines utilisables par kilogramme diminue jusqu'à s'annuler. Dans un kilogramme du lot d'origine

nous pouvons nous attendre à ce que 4315 (3 mois), 4293 (6 mois), 414 (9 mois) et 0 (12 mois) graines soient capables de germer.

En outre plus le temps de conservation augmente plus l'énergie fournie par les semences diminue, elle passe de 2,1 à 2 à 1,6 puis 0 pour respectivement 3, 6, 9 et 12 mois.

Quand à la teneur en eau et au poids du fruit et de l'amande, les valeurs restent les mêmes pour les graines fraîches, et conservées au froid, ce qui tend à montrer qu'il n'y a pas eu d'accident de conservation.

Nous constatons à travers les résultats obtenus des différences dans les taux de germination, celles-ci pourraient être due aux prétraitements appliqués, aux conditions de germination, aux provenances, ..., etc. Cependant d'autres paramètres pourraient être aussi à l'origine de ces différences, tels que le mode de récolte, la maturité des fruits, le mode de transport, les conditions de stockage, plus généralement l'historique de la récolte.

En définitive et quels que soient les résultats obtenus, il est nécessaire de les considérer avec précaution, car les semences proviennent de lots commerciaux sans origine bien précise.

L'essai de greffage que nous avons effectué donne des taux de reprise pour la technique du chip budding de 61,53% pour la variété Achouri et 12,81% pour les clones mâles.

Le traitement à la solution d'antioxydants et auxine améliore les taux de reprise par rapport aux individus non traités, 42,3% pour les individus femelles traités contre 19,23% non traités. Concernant les clones mâles traités, ces taux sont de 7,69% contre 5,12% non traités.

L'écussonnage quand à lui ne donne aucun résultat pour les individus femelles, mâles, traités et non traités.

Cependant pour le chip budding, les pousses apparues finissent par se dessécher et tomber. Les causes en sont diverses (diamètre du porte greffe, techniques et date de greffage non adaptées, technicité et outillage inadéquats, délicatesse des opérations, ..., etc.).

Il nous paraît donc nécessaire de dire que certains facteurs doivent être scrupuleusement considérés:

- L'époque de greffage du pistachier vrai est le début du mois de juillet, mais il est possible de faire un greffage de printemps;
- Choisir la technique de greffage en chip budding quand les portes greffe ont un diamètre minimum de 0,6 cm;
- La vigueur du porte greffe du pistachier de l'Atlas est plutôt faible, il est aussi difficile à greffer et sa reprise est moins bonne comparé aux autres portes greffe;
- La récolte des rameaux greffons doit se faire sur des pieds mère taillés et traités (indemnes de toute maladie), les greffons seront récoltés sur des pousses aoûtées (en tout début de lignification) et que l'œil soit un bourgeon végétatif;
- Le greffage en conteneur est très délicat, car il est rarement précisé le volume de ces conteneurs et la nature du substrat utilisé.

A travers l'étude que nous avons menée, il nous est possible de faire les recommandations suivantes:

- Connaître avec précision l'origine des semences;
- Maîtriser tous les facteurs susceptibles d'influencer la viabilité des semences;
- Procéder à des tests de conservation à moyen et long terme;
- Éviter d'enlever l'endocarpe ligneux ou d'utiliser les acides pour améliorer la germination, une imbibition prolongée donne de meilleurs résultats;
- De trouver une technique aisée et non manuelle de scarification (enlever l'épicarpe et le mésocarpe);
- Réaliser des tests sur toutes les provenances (forme et structure) ;
- Rechercher la variabilité dans les feuilles, bois écorce, et autres tissus;
- Choisir des méthodes de conservation adaptées (séchage à l'air libre, stratification froide pendant 2 mois, ou prétraitement à la GA<sub>3</sub> à la lumière blanche, germination à 20°C ou bien lessivage successifs et germination à 25°C).

En ce qui concerne l'essai de greffage:

- Obtenir des portes greffe de bonne vigueur en faisant un meilleur suivi;
- Recourir aux fertilisants afin d'améliorer la croissance en diamètre;
- Greffer à l'époque et avec la technique adéquate;
- Procéder à des essais de greffage en place;
- Installer des vergers pilotes.

# Références bibliographiques

- ANONYME, 1964-** Le bon jardinier. Tome premier. Ed. La maison rustique. Pp. 264-272.
- ANONYME, 1964-** Le bon jardinier. Tome second. Ed. La maison rustique. Pp. 1457.
- ANONYME, 1972-** Multiplication du pistachier en pépinière. INRAT. Tunis. 49p.
- ANONYME, 1975-** Catalogue des graines forestières. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO. Rome). 283p.
- ANONYME, 1980-** Peupliers et saules dans la production du bois et l'utilisation des terres. FAO. Rome. 346p.
- ANONYME, 1981-** Dictionnaire agricole. Ed. La Librairie Larousse. Paris.
- ANONYME, 1986-** Essais de germination, qualité des graines forestières et Certificat d'Analyse International des graines. Bulletin technique forestier. INRF, n° spécial: Amélioration forestière, peuplements à graines, récolte, conservation des semences. Pp: 74-91.
- ANONYME, 1988-** Nouvelles espèces fruitières. Conservatoire botanique de Poquerolles. Geysler. Ed. Ctifl. 183p.
- ANONYME, 1992-** Les plantations fruitières. Le Flamboyant n°20 pp. 21-23.
- ANONYME, 1993a-** Mémento de l'agronome. «Collection Techniques rurales en Afrique » Quatrième édition (réimpression) pp. 306-319 et 615-638.
- ANONYME, 1993b-** Greffage de l'avocatier. Extrait de la fiche n°5 « L'avocatier » par F. Besse. Le Flamboyant n°25 pp.30-32.
- ANONYME, 1994 -** Prétraitement des semences. Le flamboyant n°28. Pp:21-23.
- ANONYME, 1995-** Year book production. Vol.49. FAO (Rome). 198p.
- ANONYME, 1998-** Atlas des zones humides. Direction Générale des Forêts. Algérie. 45p.
- ABDELKRIM H., 1985-** Les Dayates (1) du Sud de l'Atlas Saharien (Algérie). Colloques phytosociologiques XIII, Végétation et géomorphologie, Bailleul. Pp. 361-371.
- ABDELKRIM H., 1992-** Un joyau floristique, l'oued EDIKEL (oued à Pistachier et à Myrte). Pp. 211-218.
- AIT RADI A., 1997-** Multiplication par voie végétative et par semis de *Pistacia atlantica* et de l'*Ailantus altissima*. Th. Ing. INA. El Harrach. 40p.
- ALETA N., NINOT A., ROUSKAS D. et al 1997-** La multiplication du pistachier. Options méditerranéennes. Amélioration d'espèces à fruits à coque: noyer, amandier, pistachier, n°14-16. Ed. CIHEAM. Pp.93-133.
- ALYAFI J., 1979-** Approches systématiques et écologiques du genre *Pistacia* dans la région méditerranéenne. Thèse du 3<sup>ème</sup> cycle. Faculté des Sciences et Techniques de ST JEROME. Marseille.



- AOGOR A.S., 1994-** Greffage des agrumes. Le Flamboyant n°30. Pp.25.
- AOUDJIT H. et MOUISSA H., 1997-** Contribution à l'étude de la multiplication végétative du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.). Th. Ing. INA. El Harrach. 60p.
- ASSAF R., 1977-** Nouvelle méthode de multiplication végétative de rameaux physiologiquement adultes, de pistachier, noyer et pacanier. Fruits. Vol.32, n°5 pp.309-319.
- AUBERT B. et VULLIN G., 1997-** Pépinières et plantations d'agrumes. Ed. CIRAD FLHOR. France. 184p.
- AUDINET M., 1993-** Prétraitement des semences. Flamboyant n°28 pp.21-23.
- AVANZATO D. et CHERUBINI S., 1992-** Confronto pra innesto à Chip Budding e a marza eseguito in due epoche su un clone di *Pistacia integerrima*. In Commission des Communautés européennes. CIHEAM. Grempe. Programme de recherche Agrimed. Amélioration génétique de deux espèces de fruits secs méditerranéens : l'amandier et le pistachier. Huitième colloque. Recueil de communications. Nîmes (France) 26-27 juin 1990. Ed. Grasselly. INRA. 372p.
- AVANZATO D. et ZANZI A., 1992-** Influenza del diametro sull'innesto a Chip Budding di un clone micropropagato di *Pistacia integerrima* allevato in fitocella. In Commission des Communautés européennes. CIHEAM. Grempe. Programme de recherche Agrimed. Amélioration génétique de deux espèces de fruits secs méditerranéens : l'amandier et le pistachier. Huitième colloque. Recueil de communications. Nîmes (France) 26-27 juin 1990. Ed. Grasselly. INRA. 372p.
- AVANZATO D. et MONASTRA F. et CORRAZZA L., 1992-** Primi osservazioni agronomiche sul *Pistacia integerrima*. In Commission des Communautés européennes. CIHEAM. Grempe. Programme de recherche Agrimed. Amélioration génétique de deux espèces de fruits secs méditerranéens : l'amandier et le pistachier. Huitième colloque. Recueil de communications. Nîmes (France) 26-27 juin 1990. Ed. Grasselly. INRA. 372p.
- AVANZATO D. et MONASTRA F. et CORRAZZA L., 1988-** Attivida di ricera in Corso sul pistacchio e primi risultati. In Commission des Communautés européennes. CIHEAM. Grempe. Programme de recherche Agrimed. Amélioration génétique de deux espèces de fruits secs méditerranéens : l'amandier et le pistachier. Septième colloque. Recueil de communications. Reus (Tarragone) Espagne 17-19 juin 1987. Ed. Grasselly. INRA. France. 375p.
- AYFER M., 1976-** La culture du pistachier en Turquie. Fruits. Vol. 22, n°8pp.351-367.
- BALTET C., 1993-** Pépinière arbustive, fruitière, forestière, vigneronne et coloniale. Ed. Masson et Cie. Paris. Pp.176-233 et 670-672.
- BARRY J.P. CELLES J.C. et FAUREL L., 1974-** Notice de la carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques. Ed. Université d'Alger. 42p.
- BELEM B., 1994-** La multiplication végétative : le bouturage. Le flamboyant n°29. Pp.23-24.
- BELLEFONTAINE R., 1994-** Conservation des graines forestières. Flamboyant n°31.Pp.20-23.



- BOSSARD R et CUISSANCE P., 1984-** Arbres et arbustes d'ornement des régions tempérées et méditerranéennes. Ed. J. P. Baillièrre. Technique et Documentation. Lavoisier. 600p.
- BOUDRU M., 1992-** Boisement et reboisement artificiels. Ed. Les presses Agronomiques de Gembloux. Belgique. 348p.
- BOURAVEL P., 1974-** L'adaptation écologique des arbres forestiers. Application à la sélection. Pp. 153-173. *In* PESSON P., 1974- Ecologie forestière- La forêt : son climat, son sol, ses arbres, sa faune. Ed. Gautier-Villars. Paris. 382p.
- BOUTHERIN D. et BRON G., 1989-** Multiplication des plantes horticoles. Ed. Techniques et Documentation Lavoisier. 212p.
- BRETAUDEAU J. et FAURE Y., 1992-** Atlas d'arboriculture fruitière. Ed. Tec. Et Doc. Lavoisier. 3<sup>ième</sup> Ed. Vol I. 289p.
- BRICHET M., 1931-** Le pistachier fruitier. Informatore agricola n°53. Pp.1416-1420.
- BROUSSE G., 1974-** Etude bibliographique sur la culture du pistachier. Polycopier INA. El Harrach. 40p.
- BURGUE F., 1978-** Toutes les greffes. Ed. Le Berger Vert. Berger le Vault. Paris. 61p.
- BURLEY J., 1969-** Méthodologie des essais de provenance dans les tropiques. Unasyva, Vol.23 (3) n°94. Pp.24-28.
- CALAHAM R. Z., 1964-** La recherche sur les provenances. Unasyva. Revue Internationale des forêts et des produits forestiers. Vol.18 (23) n°73-74. Pp.40-49.
- CARRA J., 1950-** L'affinité de *Pistacia vera* sur *Pistacia atlantica*. Annales de l'Institut agricole d'Algérie. Tome V, fascicule 11. Pp.1-4.
- CHAIB DRAA M., 1994-** Contribution à l'étude d'un substrat en vue de la production de plants forestiers, cas du *Pistacia atlantica* Desf. Th. Ing. INA. El Harrach. 50p.
- CHAMPAGNAT P., 1980-** La greffe végétale. Pp.99-113. *In* CHAUSSAT R. et BIGOT C., 1980 : La multiplication végétative des plantes supérieures. Ed. GAUTHIER VILLARS. 277p.
- CHERNOVA C.M., 2000-** Pistacia in central Asia, Central and West Asia and North Africa. Regional Office of IPGRI. News Letter n°21. P.p.1-2.
- CHRAA O., 1988-** Etude des facteurs limitants la germination de: *Simmondsia chinensis*, *Pistacia atlantica*, *Acacia cavenia* et *Juniperus phoenicia*. Essai d'élevage en pépinière. Th. Ing. INA. El Harrach. 51p.
- COME D., 1970-** Les obstacles à la germination. Ed. Masson et Cie, Paris VI. 162p.
- CORNU D. et VERGER M., 1992-** La multiplication végétative des feuillus précieux et des clones fournissant des bois figurés. Revue Forestière Française n° spécial.P.p.55-60.
- CORNU D. et BOULAY M., 1986-** La multiplication végétative : Techniques horticoles et culture *in vitro*. Revue Forestière Française n° spécial.P.p.60-68.
- CORNU D., GARBAYE J., LAPALACE Y. et al , 1977-** Le bouturage de feuillus divers. Revue Forestière Française n°4.P.p.279-284.

- CORRAZZA L. GRANATA G. AVANZATO D. et al** , 1992- Principaux aspects phytopathologiques de la pistache en Italie. *In* Commission des Communautés européennes. CIHEAM. Grempa. Programme de recherche Agrimed. Amélioration génétique de deux espèces de fruits secs méditerranéens : l'amandier et le pistachier. Huitième colloque. Recueil de communications. Nîmes (France) 26-27 juin 1990. Ed. Grasselly. INRA. 372p.
- CUISANCE P.**, 1984- Multiplication des végétaux et pépinière. Ed. J.P. Baillière. 7<sup>ième</sup> édition. 168p.
- DEPALMA L. et PALASCIANO M.**, 1992- Prova de germinazione di *Pistacia vera* L. Ed osservazioni sulla resistenza al freddo di semenzali di *Pistacia vera* L. *P. terebenthus* L., *P. atlantica* Desf. *In* Commission des Communautés européennes. CIHEAM. Grempa. Programme de recherche Agrimed. Amélioration génétique de deux espèces de fruits secs méditerranéens : l'amandier et le pistachier. Huitième colloque. Recueil de communications. Nîmes (France) 26-27 juin 1990. Ed. Grasselly. INRA. 372p.
- DEYSSON G.**, 1965- Organisation et classification des plantes vasculaires. Première partie: Organisation générale. Cours de botanique générale, 4<sup>ième</sup> série. Tome 2. 385p.
- DJERAH A.**, 1991- Contribution à l'étude de la multiplication végétative du pistachier vrai (*Pistacia vera*) dans la pépinière de Timgad (W. de Batna). Th. Ing. INA. El Harrach. 51p.
- DUPRIEZ H. et DELEENER P.**, 1987- Jardins et vergers d'Afrique. Ed. Harmattan. Coll. Terre et Vie. 354p.
- ELHAMROUNI A. et SARSON D.**, 1974- Valeur alimentaire de certaines plantes spontanées ou introduites en Tunisie. INRF. Projet FAO. Tunisie 75/540. 21p.
- EMBERGER L.**, 1964- Les végétaux vasculaires. Tome II. Fascicule I. P.p.647-649. *In* CHADEFAUD et EMBERGER: Traité de botanique systématique. Ed. Masson et Cie. Paris. 1539p.
- FRANCLET A.**, 1983- rajeunissement : Théorie et expériences pratiques clonales. Compte rendu de la 19<sup>ième</sup> réunion bimensuelle de l'Association Canadienne pour l'amélioration des arbres. Université de Toronto, Ontario. 23-26 Août. 44p.
- FRUTOS D. et BARONE E.**, 1988- Germinación de *Pistacia vera* L. y primer crecimiento de las plantas de semilla tratadas con ácido giberélico (GA<sub>3</sub>). *In* Commission des Communautés européennes. CIHEAM. Grempa. Programme de recherche Agrimed. Amélioration génétique de deux espèces de fruits secs méditerranéens : l'amandier et le pistachier. Septième colloque. Recueil de communications. Reus (Tarragone) Espagne 17-19 juin 1987. Ed. Grasselly. INRA. France. 375p.
- GAGNARD J.**, 1978- Le point de greffe: carrefour important et fragile. Revue arboriculture fruitière n°297. P.p.23-26.
- GIORDANO L.**, 1976- Greffe et taille des arbres en 10 leçons. Ed. Hachette. Paris. 188p.

- GORINI F., 1988-** Le grand livre de la taille et de la greffe. Ed. Deviechi. Paris. 171p.
- GUESSOUM A., 2001-** Etude phénologique du pistachier cultivé (*Pistacia vera* L.) dans un verger de la station de Béni Tamou (W. Blida). Th. Ing. INA. El Harrach. 43p.
- HADJ BRAHIM I., KERDOUCH M. et ELRAIS R., 1998-** Le pistachier d'Alep et ces différentes techniques (document en arabe). ACSAD. Administration des études botaniques. Vol.59.162p.
- KADIK B., 1987-** Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Algérie : Ecologie, Dendrométrie, Morphologie. OPU. 580p.
- KASKA N. et BILGEN A.M., 1988-** Top-working of wild pistachio in Turkey. In Commission des Communautés européennes. CIHEAM. Grempa. Programme de recherche Agrimed. Amélioration génétique de deux espèces de fruits secs méditerranéens : l'amandier et le pistachier. Septième colloque. Recueil de communications. Reus (Tarragone) Espagne 17-19 juin 1987. Ed. Grasselly. INRA. France. 375p.
- KELLAL A., 1979-** Essai de détermination des zones à vocation pistachier en Algérie. Th. Ing. INA. El Harrach.80p.
- KHELLIL A. KELLAL A., 1980-** Possibilité de culture et détermination des zones à vocation pistachier en Algérie. Pp.177-185. Institut de recherche sur les Fruits et Agrumes. FRUIAS.35 (3) 137-202.
- KHICHANE M., 1988-** Etude de la morphogenèse et des rythmes de croissance des système racinaire du jojoba (*Simmondsia chinensis* Link.) et du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.). Essais de production de plants en pépinière. Th. Ing. INA. El Harrach.68p.
- KIMBA ZADA D., 2000-** Influence du substrat sur des plants de pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) élevés en pépinière. Th. Ing. INA. El Harrach.55p.
- KOTOWSKI F., 1926-** Temperature relations to germination of vegetable seeds. Proc. Amerc. Soc. Hort. Sci., 23, 176-184.
- LACAZE J.F., 1993-** Quelques réflexions sur l'amélioration des arbres forestiers. Bulletin technique n°14. Office National des Forêts. Pp.3-10.
- LAGHZALI M., 1988-** Etude histologique et anatomique du greffage du pistachier (*Pistacia vera*). In Commission des Communautés européennes. CIHEAM. Grempa. Programme de recherche Agrimed. Amélioration génétique de deux espèces de fruits secs méditerranéens : l'amandier et le pistachier. Septième colloque. Recueil de communications. Reus (Tarragone) Espagne 17-19 juin 1987. Ed. Grasselly. INRA. France. 375p.
- LARUE M., 1960-** Le pistachier en Iran. Fruits. Vol. 15, n°3. Pp: 139-142.
- LAWRENCE B.M. et SHU C.K., 1993-** Essential oils as components of mixtures: their methods of analysis and differenciation. Flavor Division, Reynolds R.J. Ed. Tobacco Company. Pp: 1-20.
- LERTERME E., 1989-** Le greffage: les techniques les plus courantes et la plantation des arbres fruitiers. Ed. Sabre (France). Groupe de ressources phytogénétiques d'Aquitaine. 80p.

- LEUTREUCH-BELAROUCI N., 1981b**- Les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir. Th. Doctorat. Facultés des Sciences Agronomiques de Gembloux (Belgique). 587p.
- L'HELGOUALCH M., 1987**- Premières observations sur les capacités de rhyzogénèse adventive du chêne vert (*Quercus ilex* L.) Ann. Sci. For., 44 (3), 235-335.
- LIARD O., 1984**- Un atout pour l'amélioration forestière: la reproduction asexuée ou végétative. Bull. Soc. Roy. De Belgique. 91 (5), 191-203.
- MAIRE R., 1926**- Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. 48p.
- MARTIN P., 1999**- La nature méditerranéenne en France. Les milieux, la flore, la faune. Les écologistes de L'Euzière. Ed. Delachaux et Niestlé (Suisse). 272p.
- MARTIN B., 1977**- Le bouturage des arbres forestiers. Progrès récents, perspectives de développement. Revue Forestière Française n°4. Pp.245-262.
- MCMILLA BROWSE P., 1981**- La multiplication des plantes. Semis, bouturage, marcottage, greffage. Ed. Fernand Nathan (Paris).185p.
- MEDOROS MOLINA S. et TRUJILLO I., 1994**- Micropropagation of pistachio : *Pistacia vera* CV. *Mateur*. Plant Tissue Cult. 4(2):111-116.
- MEDEROS MOLINA S., 1991**- Control of organogenesis "in vitro" of *Pistacia atlantica* Desf. Rootstock. Acta Horticulturae 289. Pp.135-136.
- MLIKA M., 1988**- Anatomie des fleurs du pistachier vrai. In Commission des Communautés européennes. CIHEAM. Grempa. Programme de recherche Agrimed. Amélioration génétique de deux espèces de fruits secs méditerranéens : l'amandier et le pistachier. Septième colloque. Recueil de communications. Reus (Tarragone) Espagne 17-19 juin 1987. Ed. Grasselly. INRA. France. 375p.
- MONASTRA F., ROVIRA M., VARGAS F.J. et al , 1997**- Caractérisation isoenzymatique de diverses espèces du genre *Pistacia* et leurs hybrides. Etude de leur comportement comme porte greffe du pistachier *Pistacia vera* L. Option méditerranéenne. Série B : Etude et recherche. N°16. Amélioration d'espèces à fruits à coque : noyer, amandier, pistachier. Ed. CIHEAM. Pp.133-142.
- MONASTRA F., AVANZATO D. et LADOLI E., 1988**- Il pistacchio nel mondo. Confronto tra la pistacchicoltura delle aree tradizionali e quella emergente degli stati uniti. In Commission des Communautés européennes. CIHEAM. Grempa. Programme de recherche Agrimed. Amélioration génétique de deux espèces de fruits secs méditerranéens : l'amandier et le pistachier. Septième colloque. Recueil de communications. Reus (Tarragone) Espagne 17-19 juin 1987. Ed. Grasselly. INRA. France. 375p.
- MONJAUZE A., 1980**- Connaissance du bétoum *Pistacia atlantica* Desf. RFF (4):357-383.
- MONJAUZE A., 1968**- Note sur la régénération du bétoum par semis naturel dans la place d'essais de Kef - Lefaa. Bull. Soc. His. Nat. Afr. Nord. Tome 57. Pp.59-65.
- MONJAUZE A., 1965**- Répartition et écologie de *Pistacia atlantica* Desf. En Algérie. Bull. Soc. His. Nat. Afr. Nord. Tome 5. 128p.
- MORSLI A., BELARBI B. et OLDACH E.H., 2001**- Réhabilitation du pistachier (*Pistacia vera* L.) en Algérie. Pp.168-173. In Séminaire national sur la problématique de

- l'agriculture des zones arides et de la reconversion. Direction des services agricoles (Sidi Bel Abbès) 22-24 janvier 2001. 441p.
- MORSLI A., 1992-** Analyse de la floraison et de la structure sexuelle d'un peuplement de *Pistacia atlantica* Desf. Dans une daya de la région de Messad. Th. Ing. INA. El Harrach. 57p.
- MULLER C., 1992-** Conservation des graines et les problèmes de levée de dormance chez les feuillus précieux : Frêne, merisier et grands érables. RFF n° spécial. Pp.39-54.
- NEZZAR A., 1991-** Contribution à l'étude du gemmage du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) dans le massif de Bouhmama (W. Khenchla). Th. Ing. INA. El Harrach. 66p.
- NICHOLAS J.P. et ROCHE-HAMON Y., 1987-** La pépinière. Technique et documentation Lavoisier. 208p.
- NIKPEYMA Y. et KASKA N., 1995-** Eradicate tip pinching and gibberellic acid on the growth of container grown *Pistacia* seedling under the glass house condition. First international symposium on Pistacio nut. Adana Turkey. Acta Horticulturae. 419: 243-245.
- OUADAH Y., 1982-** Contribution à l'étude des principales essences d'intérêt fourrager des régions semi-arides et arides d'Algérie. Application à quelques espèces. Th. Ing. INA. El Harrach. 96p.
- OZENDA P., 1977-** Flore du Sahara. Ed. CNRS. Paris. 622p.
- PAQUES M., 1996-** Les biotechnologies appliquées aux conifères : états et perspectives. Information Forêt n°1, fiche n°525 pp.1-10.
- PESSON P., 1974-** Ecologie forestière – La forêt: son climat, son sol, ses arbres, sa faune. Ed. Gauthier-Villars. Paris. 328p.
- QUEZEL P. et SANTA S., 1963-** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. Ed. CNRS. (Paris 7<sup>ième</sup>). 1165p.
- RAHILI G., 2002-** Les huiles essentielles et leurs intérêts. La forêt algérienne n°4. Pp: 28-31.
- REYNIER A., 1986-** Manuel de viticulture. 5<sup>ième</sup> édition. Ed. J.P. Baillièrre. Technique et documentation Lavoisier. Paris. 365p.
- ROMERO M.A., VARGAS F.J., ALETA N. et al, 1988-** Multiplicación y manejo de plantas en pistachero. In Commission des Communautés européennes. CIHEAM. Grempa. Programme de recherche Agrimed. Amélioration génétique de deux espèces de fruits secs méditerranéens : l'amandier et le pistachier. Septième colloque. Recueil de communications. Reus (Tarragone) Espagne 17-19 juin 1987. Ed. Grasselly. INRA. France. 375p.
- SAPIN P., 1977-** La multiplication des arbres fruitiers : le greffage. Document polycopié, INA. El Harrach. 17p.
- SHEFFER J.J.C., 1993-** The isolation of essential oils factors influencing the oil composition. Acta Horticulturae. 344:1-8.
- SOMON J., 1987-** Arbres, arbustes et arbrisseaux en Algérie. Ed. OPU. Alger. 143p.

- STEVENSON M. et SHAKEL K.A., 1998-** Alternate bearing in pistachio as à masting phenomenon: whole tree construction costs of reproduction versus vegetative growth and storage. *Journal of the american society for horticultural science*. Vol.123 (6):1069-1075.
- SUSZKA B., MULLER C. et BONNET-MASIMBERT M., 1994-** Graines des feuillus forestiers. De la récolte au semis. Ed. INRA. 292p.
- VAN DE SYPE H., 1994-** Choix de provenances : exemple de l'épicéa commun. *Forêt-entreprise* n°96. Pp.21-22.
- VARGAS F.J., ROMERO M.A., MONASTRA F. et al , 1997-** Sélection de variétés de pistachier adaptées à l'aire nord méditerranéenne. *Option méditerranéenne. Série B : Etude et recherche. N°16 : Amélioration d'espèces à fruits à coque : noyer, amandier, pistachier*. Ed. CIHEAM.Pp.93-119.
- VARGAS F.J., ROMERO M.A., BATLLE I. et al , 1988-** Programa de investigación sobre el pistachero en el CAMB (Tarragona, España). *In Commission des Communautés européennes. CIHEAM. Grempa. Programme de recherche Agrimed. Amélioration génétique de deux espèces de fruits secs méditerranéens : l'amandier et le pistachier. Septième colloque. Recueil de communications. Reus (Tarragone) Espagne 17-19 juin 1987. Ed. Grasselly. INRA. France. 375p.*
- ZRYD P.P., 1988-** Multiplication végétative – Micropropagation. Pp.3-12. *In ZRYD J.P. : Culture de cellules, tissus et organes végétaux. Fondements théoriques et utilisations pratiques. Ed. Presses polytechniques Romandes. Suisse.308p.*



---

# Annexes

## Annexe 1

### **Ferme expérimentale de Béni Tamou (W. Blida):**

#### **Présentation de la zone d'étude:**

La ferme expérimentale de Béni Tamou se trouve à 36°N et 2°49'E (coordonnées Lambert par GPS) à une altitude de 82m. Elle a un statut d'établissement public à caractère administratif.

Le potentiel foncier se compose de plusieurs vergers de différentes spécialisations telles que (vergers d'agrumes, de rosacées, de pistachiers et vignobles).

La surface agricole totale est de 102ha, pour une surface utile de 93ha.

Les plants sont certes réunis sous forme de verger mais ils sont destinés à d'autres fins à savoir le prélèvement de greffons, de bois et de semences dans le but de procéder à la multiplication des têtes de clones afin de créer de nouveaux parcs à bois.

L'ensemble des vergers de la ferme présente une hétérogénéité marquée de part l'âge et la forme des arbres par leur état sanitaire déficient.

La surface des vergers est de 39,5ha, dont 2ha sont consacrés au pistachier qui a été planté entre 1981 et 1986.

Les variétés de pistachier choisies pour la plantation sont d'origine syrienne (Achouri, Ouleimi, Batouri, Bandouky et Ajami et des clones mâles M57, M38 et M11). Quand aux portes greffe choisis, se sont le pistachier de Palestine, de l'Atlas et vrai.

#### **Données climatiques et pédologiques:**

Les données recueillies par la station météorologique de Boufarik pour les années 1999/2000 et 2000/2001 sont en moyenne de:

- 501mm/an de précipitation;

- 35,1° C, 4,3°C, 21°C, 30,8°C (températures maximale, minimale, moyenne, et l'amplitude thermique).

Les vents dominants dans la région souffle du Nord Est (vents froids chargés de pluies, soufflant en hiver) et du Sud (sirocco, soufflant en été).

Le sol est d'une texture argilo-limono-sableuse, avec un pH légèrement alcalin (7,70).

## Annexe 2

### **Pépinière du département Foresterie et protection de la Nature:**

#### **Localisation:**



La pépinière a pour coordonnées 36°43'N et 3°08' E, à une altitude de 48m.

**Données climatiques:**

La station météorologique de l'Institut National d'Agronomie, a enregistré pour les années 2000 et 2001, des moyennes de:

- 504 mm/an de précipitation;
- 31,7°C, 4°C, 18,5°C, 27,7°C (températures maximale, minimale, moyenne, et l'amplitude thermique).

## **Annexe 3**

**Germination des semences fraîches:**

**Imbibition:**

**Poids des graines imbibées:**

Temps (h)	0	24	48	72	96	120	144	168	192
Poids (g)	5,12	7,33	7,41	7,52	7,63	7,65	7,67	7,69	7,70
Pi - Ps	-	2,22	2,29	2,4	2,51	2,53	2,55	2,57	2,58

Germination (%)	R1	R2	R3	R4	Moyenne
Temps (h)					
48	5,4	5,5	5,8	5,5	5,4
72	88,8	80,7	80,8	80,7	80,8
96	87,4	91,5	89,6	92,8	90
192	99	99,1	98,5	99	98,9

Température:

Germination (%)	R1	R2	R3	R4	Moyenne
Température (°C)					
5	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
15	5	5,4	5,3	5,1	5,2
20	30,7	31,1	30,9	30,5	30,8
25	98,7	98,8	97,8	100	99,1
30	80,9	80,7	80,1	79,9	80,4
35	24,8	25,2	25,8	25,4	25,3
40	0	0	0	0	0

Lumière:

Germination (%)	R1	R2	R3	R4	Moyenne
Lumière blanche					
8h de lumière	99,4	98,3	97,6	99,5	98,7
16h d'obscurité					

Provenance:

Germination (%)	R1	R2	R3	R4	Moyenne
Provenance					
Mécanard	98,1	99,2	98,9	99,5	98,9
M'alla	80,8	80,4	80,6	80,3	80,5
Ala-Sida	99,1	99	98,5	99,6	99,8

Diamètre:

Germination (%)	R1	R2	R3	R4	Moyenne
Diamètre					
D1	97,8	98,5	99,4	98,3	98,4
D2	80	80,6	80,4	80,3	80,3
D3	31,4	32,3	31,9	31,7	31,8

Germination des graines conservées au froid:

Inhibition:

Germination (%)	R1	R2	R3	R4	Moyenne
Temps (h)					
48	3,1	3,5	3,7	2,9	3,3
72	30,5	31,7	30,3	30,9	30,6
96	37,1	37,5	37,7	36,9	37,3
192	0	0	0	0	0

Temps de conservation:

Germination (%)	R1	R2	R3	R4	Moyenne
Temps (mois)					
3	37	35,1	39,5	37,6	37,3
6	55,8	58,2	56,4	57,6	57
9	4,3	6,7	5,1	5,9	5,5
12	0	0	0	0	0

Lumière:

Germination (%)	R1	R2	R3	R4	Moyenne
Lumière blanche					
8 h de lumière	75,2	74	74,8	76	75
16 h d'obscurité					

Scarification:

Germination (%)	R1	R2	R3	R4	Moyenne
Scarification					
Totale	99,1	98,6	99,7	99,5	98,5
YK	89,8	89,4	89,6	89,2	89,5
EK	88,4	87,1	86,3	89	88,7

Levee d'inhibition:

Germination (%)	R1	R2	R3	R4	Moyenne
Traitement					
Stratification froide	80,1	81,5	81,9	80,5	81
Chlorure de Sodium	0	0	0	0	0
Température alternée	0	0	0	0	0
Lavage	99,8	100	99,7	100	99,9
Stratification de conservation	0	0	0	0	0
Scarification partielle	89,1	88,2	89,9	89,1	89,1
Scarification totale	100	100	100	100	100

## Annexe 4

### Analyse de la variance:

#### Effet des facteurs de germination sur les semences fraîches:

SS	SF	dF	MS	Test
Traitement	13472,82	4	3368,21	3,87
Variabilité résiduelle	51275	59	869,1	
Variabilité totale	64747,89	63	1027,74	

$$2,53 \leq F_{th} \leq 2,61, F_{obs} = 3,87, F_{obs} > F_{th}.$$

#### Effet des facteurs de germination sur les graines conservées au froid:

**Étude de la germination des graines du Pistacia atlantica Desf. (pistachier de l'Atlas) et essai de multiplication de Pistacia vera L. (pistachier vrai) en pépinière selon deux types de greffes**

SS	SF	dF	MS	Test
Traitements	11625,47	3	3875,16	3,36
Variabilité résiduelle	12968,21	28	463,15	
Variabilité totale	24593,68	31	793,34	

$$F_{th} = 2,95 ; F_{obs} = 8,36 ; F_{obs} > F_{th}$$

**Effet des traitements pour lever l'inhibition:**

SS	SF	dF	MS	Test
Traitements	717,48	3	239,16	519,91
Variabilité résiduelle	3,64	8	0,46	
Variabilité totale	721,12	11	65,55	

$$F_{th} = 3,86 ; F_{obs} = 519,91 ; F_{obs} > F_{th}$$

**Effet de l'imbibition sur les graines fraîches et conservées:**

SS	SF	dF	MS	Test
Traitements	10187,11	2	5093,56	4,74
Variabilité résiduelle	27949,62	26	1075	
Variabilité totale	38136,73	27	1412,77	

$$F_{th} = 3,37 ; F_{obs} = 4,74 ; F_{obs} > F_{th}$$

**Effet de la conservation sur la germination:**

SS	SF	dF	MS	Test
Traitements	10493,21	1	10493,21	20,59
Variabilité résiduelle	7133,91	14	509,6	
Variabilité totale	17627,12	15	1175,14	

$$F_{th} = 4,54 ; F_{obs} = 20,59 ; F_{obs} > F_{th}$$

**Effet de la température sur les graines fraîches et conservées:**

SS	SF	dF	MS	Test
Traitements	2773,45	1	2773,45	2,57
Variabilité résiduelle	23715,03	22	1077,95	
Variabilité totale	26488,5	23	1151,67	

$$F_{th} = 4,30 ; F_{obs} = 2,57 ; > F_{th} > F_{obs}$$

**Effet de la lumière sur les graines fraîches et conservées:**

SS	SF	dF	MS	Test
Traitements	1123,4	1	1123,4	1465,3
Variabilité résiduelle	4,6	6	0,65	
Variabilité totale	1128	7	161,14	

$$F_{th} = 5,99 ; F_{obs} = 1465,3 ; F_{obs} > F_{th}$$

## Annexe 5

### Fiche modèle de récolte:

Espèce:	Nom scientifique et auteur				
	Nom commun				
Origine:	Pays	Etat, province	Département	Commune	
	Latitude (m)	Longitude (m)	Altitude (m)		
	Emplacement détaillé de la commune				
	Sens de la pente		Pente (%)		
	Type de forêt ou de la végétation				
	pH du sol	Teneur en eau du sol (sec, frais, humide)			
	Autres espèces du peuplement				
	Récolte :	Date de récolte :			
		Nombre d'arbres récoltés		Âge	
Hauteur moyenne		Diamètre moyen			
Rayer les mentions inutiles :					
Récolté sur :		Arbres sur pied	Arbres abattus		
Nature du peuplement :		plantations	Ppt. naturels		
Nature du couvert:		Ouvert	Ppt. clair	Ppt. dense	
Maturité ou ouverture des fruits :					
Méthode d'extraction :					
Divers :		Vigueur	Maladies	Dégâts (insectes)	
Remarques :					
Date :		Signatures :			
Adresse :		récolteur	commerçant forestier		