

République Algérienne démocratique et populaire

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة والحياة

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

M^{lle} Chougui Hanane

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER ENAGRONOMIE

Spécialité: Amélioration des productions végétales

THEME

**Etude du comportement physiologique avec application
d'hormone de boutures de quatre variétés de grenadier**

(Maadam, Lahmar, Mrinie et Sefri)

(F.P CASA OLIVES DJDIOUIA, W. RELIZANE)

Soutenu publiquement le : 19 /09/2018

Devant le jury :

Mr. LABDAOUI .Dj .	M.C. (B)	U. Mostaganem	Président
Mr. GHELAMILLAH. A.	M.C. (A)	U. Mostaganem	Examineur
Mr.TADJA .A.	M.C. (B)	U. Mostaganem	Encadreur

Année universitaire 2017/2018

REMERCIEMENT

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu et le tout puissant pour la santé, la patience, la volonté et le courage afin d'accomplir ce modeste travail.

J'adressons le grand remerciement à mon Encadreur Monsieur TADJA ABDEL KADER qui nous a proposé le thème de ce mémoire, pour sa gentillesse, son engagement et ses précieux conseils

Nous tenons également à remercier les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de siéger à notre soutenance tous particulièrement :

M. LABDAOUI DJAMEL : pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire.

Nous souhaitons exprimer notre gratitude à M. Gholamallah AMINE pour nous avoir fait l'honneur d'examiner et évaluer ce mémoire.

Nous remercions nos enseignants du département d'agronomie de l'université Abd El Hamid

Ben Badis Mostaganem.

Nous sincère remerciements à tous ce qui nous aidé au niveau de les laboratoires de science de nature et de la vie

Nous remercions tous ce qui nos aidé de près ou de loin dans la réalisation des travaux sur terrain.



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mon très cher père, pour son sacrifice et son encouragement

*Toute ma vie, pour leur amour et patience qu'ils ont toujours manifestée
à mon égard,*

Qu'ils trouvent ici le témoignage de mon profond, respect et gratitude

Mes très chers frères

chères amies : Khadidja , Nor El Houda,

SOUHIRE , Keltouma , MONTAHA .


Chers amis : Mohammed Amine Belkadi et Hamza.

Sans oublier tous les professeurs de notre parcours APV

Mes camarades de la promotion Master 2 APV

A tous ceux que j'estime

CHOUGUI HANANE



Résumé

La culture de grenadier est devenue populaire dans le monde grâce à ses délicieux fruits, ses intérêts médicaux et ses valeurs nutritives. Et de plus elle a une large plasticité pédo-agro-climatique grâce à leur système racinaire puissant. Les résultats obtenus à partir de ce travail nous ont permis de connaître le comportement des variétés locales, lors leur bouturage.

Les variétés sont non identifiées et même pas connues que dans la région de Tlemcen où l'obtention des boutures pour faire cette étude était difficile car les fellahs refusaient de nous donner les boutures de leurs variétés (monopole) surtout les variétés Mrini et Maadam.

L'étude comportementale montre que le bouturage de grenadier donne des plants vigoureux de croissance abondante où les moyennes (pour un mois après plantation) de bourgeonnement étaient de 1,8 à 4 bourgeons par boutures, les meilleurs résultats obtenus sont pour les deux variétés Mrini et Maadam, les résultats pour Sefri et Lahmar sont à la proximité, il n'y a pas grande différences entre les boutures traitées et les témoins pour tous les variétés.

Selon les résultats on obtient que le bouturage de grenadier ne soit pas exigeant pour un traitement hormonal surtout avec des boutures de grands diamètres, d'épaisseur de 1,5 à 3cm, qui assurent une caulogénèse assez développée.

Mot clés

Les variétés de grenadier (Mrini, Lahmar, Maadam, Sefri), bouturage, hormones, caulogénèse.

Summary

Grenadier cultivation has become popular around the world thanks to its delicious fruits, medicinal interests and nutritional values. And of favor it has a large plasticity pedo-agro-climatic thanks to their powerful root system. The results obtained from this work allowed us to know the behavior of local varieties during their cuttings.

The varieties are unidentified and not even known as in the region of Tlemcen where obtaining the cuttings to make this study was difficult because The fellahs refused to give us the cuttings of their varieties (monopoly) especially the Mrini and Maadam varieties.

Behavioral study shows that grenadier cuttings yield vigorous plants with abundant growth where the average (for one month after planting) of budding was 1.8 to 4 buds per cuttings, the best results obtained are for both varieties Mrini and Maadam, the results for Sefri and Lahmarsont at proximity, there are no big differences between treated cuttings and controls for all varieties.

According to the results we obtain that cutting grenadier is not demanding for hormonal treatment especially with cuttings large diameters, thickness of 1.5 to 3cm, which ensure caulogenesis fairly developed.

Keywords

The varieties of grenadier (Mrini, Lahmar, Maadam, Sefri), cuttings, hormones, caulogenesis.

Sommaire :

Introduction Générale.

Partie I Recherche bibliographique.

Chapitre I : Historique et généralité sur grenadier.

1. Historique	1
1.1. Apparition et développement.....	1
1.2. Répartition géographique.....	1
2. Production de la grenade.....	4
2.1. Production de grenade en Algérie	5
2.1.1. Djelfa : la grenade de Messaad , une marque déposée.....	5
2.1.2. Production de grenade à M'sila : Une récolte abondante mais de qualité médiocre.....	7
3. Généralité agronomiques grenadier.....	7
3.1. Culture du grenadier.....	7
3.2. Systémique et botanique.....	8
3.3. Grenadier dans le règne végétal.....	9
3.4. Biologie du grenadier.....	9
3.4.1. Fleurs.....	9
3.4.2. Fruit.....	10
3.5. Les exigences de milieu.....	11
3.5.1. Climat.....	11
3.5.2 Le sol.....	11
3.5.3 L'eau.....	11
3.5.3.1 Fréquence des arrosages du grenadier.....	11
3.6. Soins culturaux.....	12
3.6.1. Entretien régulier.....	12
3.6.2. Engrais.....	12
3.6.3. Plantation.....	12
3.6.4. Taille du grenadier.....	12
3.6.5. Les maladies et parasites du grenadier.....	13

3.6.6. La multiplication.....	13
3.6.7. La fructification et la récolte des fruits.....	15
3.6.8. La récolte des fruits.....	15
3.6.9. La conservation des grenades.....	15
3.6.10. Variétés.....	16
3.6.10.1. Variétés de l'ouest de l'Algérie.....	21
3.6.11. Valeur nutritive, utilisation et intérêt du grenadier.....	21
3.6.11.1. Intérêts nutritionnels de la grenade.....	22
3.6.11.2. Composition phénolique (industrie).....	22
3.6.11.3. Caractéristiques chimiques des fruits.....	23

Chapitre II : Bouture, racines et phytohormone.

1. La bouture	26
1.2. Les démarche du bouturage.....	26
1.3. Difficultés de bouturage.....	27
1.3.1. Un phénomène sous influence multiple.....	27
2. Créer des conditions favorables (pour la rhyzogénèse).....	28
2.1. La racine.....	29
3. Le processus d'enracinement.....	29
3.1. Différenciation d'organe.....	30
3.2. La naissance des racines adventives.....	30
3.2.1. Une organisation interne plus ou moins complexe.....	30
4. L'application d'hormones.....	33
4.1. Les phytohormones.....	33
4.1.1. Les auxines.....	33

Partie II Expérimentation.

Chapitre I : Matériel et méthode.

1. Objectif	37
2. Présentation du milieu d'étude	37
2.1. Localisation	37
2.2. Milieu naturel et données agro-pédo-climatiques.....	37
2.3. Milieu naturel et données agro –pédo –climatique.....	37
3. Matériel et méthode	38
3.1. Le matériel végétal	38
3.2. Prélèvement des boutures.....	38
3.3. Epoque de prélèvement des boutures.....	38
3.4. Préparation des boutures.....	39
3.5. Traitement hormonal des boutures.....	39
3.5.1. Préparation de la solution hormonale.....	39
3.5.2. Mise en terre des boutures.....	40

Chapitre II : Résultats et discussion.

1. Résultat et discussion.....	42
2. Interprétation des résultats.....	42
3. Comparaison générale entre les block et variétés.....	42
4. Débourrement des boutures après un mois 15/04/2017.....	44
5. Discussion.....	51

Conclusion Générale.

Références bibliographique

Annexe

Liste des abréviations :

AIB : acide indol- Butyrique

P .P.M : partie par mille

S .A.I : superficie agricole utile inutilisé

Cm : centimètre

Liste des tableaux

Tableau 01 : Composition du jus de grenades en acides organiques, en sucres et en minéraux (mg/100 g de la partie comestible du fruit)

Tableau 02: Superficie compliment de ferme pilote BENSAHA .

Liste des figures :

Figure N°01 : Carte Centres d'origines et de diversité des plantes cultivées (Vavilov ; 1974).

Figure N°02 : Les plus grands pays producteurs des grenades au monde (Melgarejo and Valero, 2012).

Figure N°3: Fleurs et fruits du Grenadier (*Punica granatum*)(Flora von Deutschland and Schweiz.

Photo N° 04: Une grenade éclatée sur un rameau de grenadier sauvage à Ghoufi (wilaya de Batna, Algérie).

Figure N°05 : Représente où se naissent la racine.

Figure N°6 : Boutures destinées aux traitements et à la plantation (variété Maadam).

Figure N°07 : Produits utilisés dans la préparation hormonale.

Figure N°08 : Boutures de grenadier.

Figure N°09 : éclatement foliaire après un mois.

Figure N°10: Bouture à deux éclatements foliaire et une cal (V. Maadam).

Figure N° 11 : Racine formation de cal (V. Mrini).

Figure N°12 : Bouture racinée (V. Sefri).

Figure N°13 : Croissance foliaire des boutures après deux mois.

Figure N°14 : Nouvelle ramification attaquée par le puceron.

Figure N°15 : Cals et racines plus développées que celle d'un mois.

Figure N°16 : Boutures débourrées après deux mois.

Figure N°17 : Croissance des boutures après 4 mois.

Figure N°18 : Système racinaire d'une bouture après 4 mois.

Figure N°19 : Racine adventive d'une bouture.

Figure N°20 : Plants après 6 mois.

FigureN°21 : Plants à 60cm de longueur.

Introduction

Générale

Introduction

L'aire de répartition de la grenade se situe en Asie occidentale et centrale ; les pays d'origine de l'arbre s'étendent de la Turquie via le Caucase (Arménie, Azerbaïdjan, Géorgie) et du Tadjikistan, Turkménistan et Ouzbékistan à l'est jusqu'en Iran, Afghanistan et Pakistan. Dans le bassin méditerranéen et au Proche-Orient, par exemple en Iran, Arménie, Égypte, Espagne, Maroc, Algérie, Tunisie, Syrie, Liban et Anatolie, on cultive la grenade depuis des siècles.

Actuellement, les principaux producteurs de grenade sont la Tunisie, la Turquie, le Maroc, l'Égypte, Israël, l'Iran, l'Inde et l'Afghanistan. L'Espagne, la Turquie est la principal pays exportateurs.

On trouve également d'importants vergers en Californie, au Mexique, en Chine, au Japon, en Russie, au Pakistan, en Irak, en Birmanie et Arabie saoudite. Les fruits y sont presque exclusivement destinés au marché intérieur.

En Inde, la grenade est aussi cultivée comme condiment. Quelques variétés de la grenade peuvent être transplantées dans des régions à hiver doux d'Europe centrale. Par exemple, un arbuste fleurit chaque année dans le jardin situé devant le musée des Arts Décoratifs de Budapest. Avec la colonisation espagnole, la grenade s'est implantée dans les Caraïbes et en Amérique latine.

Il existe mille deux cents variétés de Grenade, qui a été cultivée parfois pour la beauté des fleurs, parfois pour les fruits. Chaque variété est liée à un terroir et un pays producteur.

On peut citer par exemple la *Wonderful*, la *Mollar* et la *Tendrar* en Espagne, et la *Hicaz* en Turquie. Le grenadier nain (*Punica granatum* var. '*nana*'. Nom horticole *Punica granatum* '*Nana*') est un petit buisson qui atteint une hauteur d'à peu près un mètre. Il est utilisé comme plante ornementale.

Certaines variétés ornementales ont des fruits violets à presque noirs qui sont extrêmement acides, ce qui les rend impropres à la consommation.

Le fruit est mentionné dans le Coran aussi dans les sourates suivantes :

Les Bestiaux (sourate 6), 99 « Et c'est Lui qui, du ciel, a fait descendre l'eau. Puis par elle, Nous fîmes germer toute plante, de quoi Nous fîmes sortir une verdure, d'où Nous produisîmes des grains, superposés les uns sur les autres; et du palmier, de ses ombelles, pendent des régimes de dattes.

Et aussi les jardins de raisins, l'olive et la grenade, si semblables ou dissemblables. Regardez leurs fruits au moment de leur production et de leur maturation. En vérité, voilà bien là des signes pour ceux qui ont la foi. »

Les Bestiaux (sourate 6), 141 : « C'est Lui qui fait pousser des jardins avec des vignes en espaliers ou non, et les palmiers dattiers et les champs de céréales, aux récoltes diverses et l'olive et la grenade, si semblables et dissemblables.

Mangez de leurs fruits, quand ils en portent, mais payez-Lui les droits au jour de la récolte et ne gaspillez point. En vérité, Il n'aime pas ceux qui font des excès. »

Le Miséricordieux (sourate 55), 68 : « Dans les deux, il y aura des fruits, des palmiers et des grenadiers ».

L'importance économique du grenadier réside également dans ses fruits qui ont une grande valeur nutritive comparable à celle des fruits juteux comme les abricots, les oranges, les pommes et d'autres.

La production mondiale annuelle de grenades est estimée à environ trois millions de tonnes.

Les pays les plus producteurs de ces fruits sont l'Inde, l'Iran et la Chine avec une production respectivement de 900 000, 800 000 et 250 000 Tonnes (Melgarejo and Valero, 2012).

Au Maroc la production est évaluée à 76 327 tonnes pour une superficie de 8218 ha. La région Tadla Azilal est considérée comme la région ayant la plus grande production avec 28 800 tonnes produites sur 1460 ha (MAPM, 2012). Dans le but de résorber l'excédent mondial de production de grenades et d'inciter à la consommation de ces fruits, les industries agroalimentaires ont procédé à la transformation de ces fruits avec comme objectif prioritaire de conserver le plus longtemps possible les caractéristiques physico-chimiques et nutritionnelles du produit frais, d'élargir la gamme proposée et de fournir des dérivés de haute qualité, en améliorant les techniques de traitement.

Il existe actuellement de nouvelles technologies utilisant des installations d'extraction des arilles des grenades qui sont opérationnelles dans 10 pays comme la Turquie, l'Espagne, les États-Unis...

Une autre technologie consiste à la congélation des arilles tout en gardant la valeur nutritive des fruits. Une troisième technologie de production de jus s'est développée aux USA, en Turquie, en Espagne, en Inde et en France (Sarigand Galili, 2012) et qui repose sur l'extraction du jus soit à partir du fruit entier ou seulement à partir des arilles.

A travers une recherche bibliographique, il a été relevé un faible niveau d'information sur la culture et la multiplication du grenadier. Beaucoup de variétés cultivées en Algérie ne sont pas identifiées et étudiées sur l'aspect phytotechnie et stade phénologie à l'exemple de la variété cultivée en Kabylie qui est tous simplement nommées variété kabyle c'est dans ce contexte que nous avons entrepris de connaître la réaction physiologique avec l'application d'hormone.

Partie

Bibliographique

CHAPITRE I

1. Historique :

1.1. Apparition et développement :

La grenade est originaire de l'Iran aux vallées de l'Himalaya en Inde il y a 5000 ans. Elle fût disséminée à travers le Moyen-Orient par les migrants. En effet sa facilité de conservation et sa grande teneur en eau en fit une nourriture de voyage très adaptée. La grenade arriva en Egypte à partir de la 18^{ème} dynastie via les échanges commerciaux entre les pays du Moyen-Orient. Les Phéniciens cultivaient ce fruit abondamment dans la ville de Carthage.

Pendant les Guerres Puniqes (261 avant J.C.) entre l'Empire romain et Carthage, le fruit a alors été ramené en Europe.

Il fut nommé 300 ans plus tard par le naturaliste Pline (Histoire Naturelle) comme la « Pomme de Carthage » qui donna en latin *Malum punicum*. L'origine du nom de genre actuel *Punica* peut faire référence à cet épisode carthaginois ou alors à la couleur du fruit, avec la traduction de *puniceus*= carthaginois ou rouge pourpre. Dans les deux cas, le nom d'espèce *granatum* signifie rempli de graines en référence aux milles graines de la grenade.

La dispersion du fruit continua avec l'arrivée des Maures en Espagne, notamment en 756 dans la ville romaine d'Ilibéris qui changea de nom en Elvira. Là-bas la culture des grenadiers y était intensive et quand La ville fut détruite en 1010, les habitants se sont réfugiés dans le quartier Granata (nommé de la sorte grâce aux multiples grenadiers qui y poussaient). La ville fut rebâtie sur ce quartier et s'appela Garnat Al-Yahud (qui signifie 'la Grenade des Juifs').

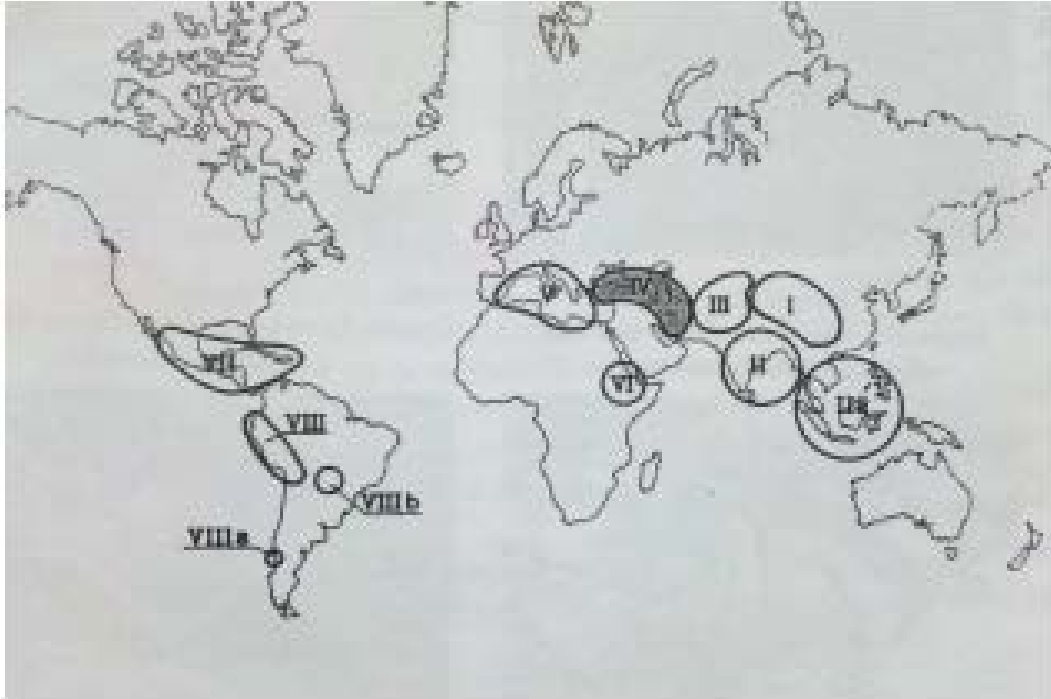
La ville est connue de nos jours sous le nom de Grenade. Les espagnols et les voyageurs du Moyen-Orient continuèrent de transporter ce fruit qui colonisa tout d'abord la Méditerranée puis l'Amérique lors de la colonisation du «Nouveau Monde » par les Espagnols. En France, sa culture est référencée à l'époque de Louis XIV en Provence. Elle est maintenant cultivée sur tous les continents.

La majeure partie de la production continue de se trouver dans la zone d'où la grenade est originaire (Inde, péninsule arabique, Méditerranée et aux Etats-Unis) mais de nouvelles zones de production se développe à l'image de l'Amérique du Sud, de l'Afrique du sud ou de l'Australie.

1.2. Répartition géographique :

Selon le chercheur russe, **Vavilov (1951)** le grenadier appartient au centre du Moyen-Orient IV, qui comprend l'intérieur de l'Asie, l'Iran et le Turkmenistan, puis il s'est acclimaté à la région méditerranéenne depuis des 21 temps immémoriaux en raison de la propagation et la

germination facile de ses graines, qui sont dispersées par l'homme, les oiseaux ou d'autres animaux (Sanchez-Monge, 1974).



FigureN°01 : Carte Centres d'origines et de diversité des plantes cultivées (Vavilov ; 1974).

La grande diversité de cette espèce est évidente dans différents pays. En fait, l'Espagne abrite la banque de matériel génétique en Europe avec plus de 104 variétés. De grandes collections existent aussi dans d'autres pays comme l'Inde, le Turkménistan, l'Iran, etc... La collection indienne est constituée de 760 variétés alors que la plus riche est celle de Turkménistan, où il y a la station expérimentale de ressources phytogénétiques, créée en 1934, avec 1 117 variétés (Mars, 1988).

Outre l'Iran, l'Inde, la Chine et la Turquie qui sont les pays les plus producteurs des grenades (Figure 5), il y a d'autres pays qui sont considérés comme de nouveaux producteurs, à l'instar du Chili, du Pérou et de l'Argentine qui exportent aux USA et en Europe et entrent ainsi en compétition avec l'Espagne qui exporte 18000 T (soit 70 % de sa production nationale). Parmi les pays exportateurs, les USA exportent 17 000 T au Japon, au Canada, au Mexique et en Angleterre, tandis que 80 % de sa production est destinée à la fabrication des jus (Simonian, 2007).

Pour la production mondiale, il n'y a pas des données précises, car cette espèce est probablement considérée comme une culture secondaire, Melgarejo et Valero (2012) ont estimé la production mondiale à environ 3 086 000 tonnes tout en se basant sur les données élaborées par différents chercheurs et des associations à travers le monde. La figure montre les 22 répartitions de la production annuelle des plus grands pays producteurs des grenades au niveau mondial.

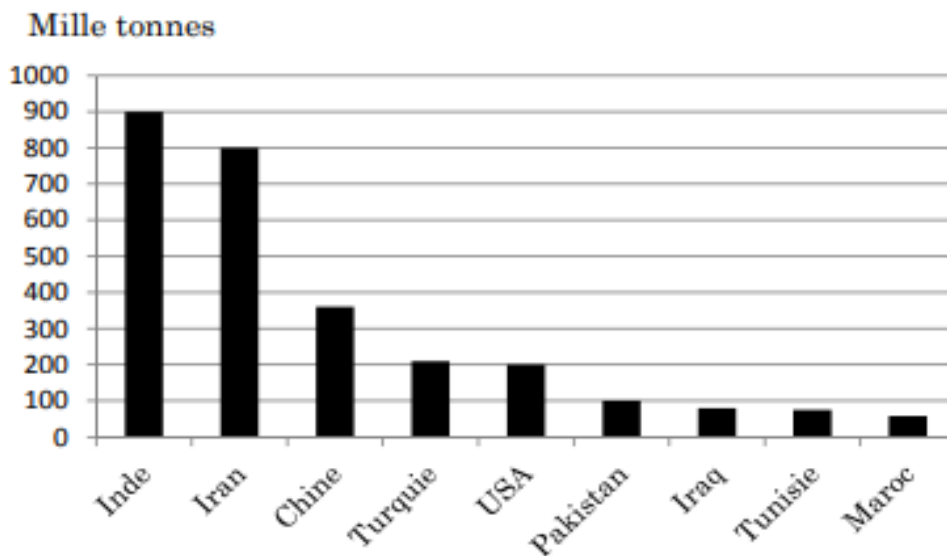


Figure N°02 : Les plus grands pays producteurs des grenades au monde (Melgarejo and Valero, 2012).

La surface mondiale dédiée à la culture du grenadier est de 300 000 Ha, dont plus de 76 % sont répartis sur cinq pays (Inde, Iran, Chine, Turquie et USA). Cependant, l'Espagne, l'Égypte ont une superficie comprise entre 16 000 et 2 400 ha et sont parmi les pays qui ont développé le secteur d'exportation et aussi la sélection de nouvelles variétés (Quiroz, 2009).

D'autres pays pratiquent également cette culture: Afghanistan, Pakistan, Arménie, Géorgie, Tadjikistan, Jordanie, Italie, Tunisie, Azerbaïdjan, Libye, Liban, Soudan, Myanmar, Bangladesh, Mauritanie, Chypre et Grèce (Melgarejo and Valero, 2012). Au Maroc, la culture du grenadier s'étend sur une superficie de 8218 ha qui donne une production estimée à 76327 T, soit un rendement moyen de 12 T/ha (MAPM, 2012). Mais cette culture reste moins

importante au Maroc par rapport à d'autres cultures telles que : les agrumes et l'abricotier, ayant une superficie respectivement de 44 500 ha et 16 200 ha et qui donnent une production respectivement de 1400 000 et 115 000 Tonnes/An (**MAPM, 2012**).

Le grenadier est cultivé dans toutes les régions avec une certaine concentration dans la plaine du Tadla (35%) ; du Haouz (20%) ; de Settat (6,6%) ; de Taounate (5,8%) ; de Nador (5,3%) ; de Chafchaouen (4,5%) ; d'Azilal (3,3%) et dans certaines oasis du sud. Elle est conduite en plantation 0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 Mille tonnes 23 régulière, seule ou associée à d'autres arbres fruitiers, mais aussi en plantations isolées à proximité des centres urbains (**MAPM, 2012**).

Au niveau de la région Tadla Azilal, les grenades Sefri Oulad Abdellah ont bénéficié d'une labellisation IGP (indication géographique protégée) afin de valoriser et protéger ce produit de terroir. Dans le même cadre de valorisation de ces grenades, il y'a aussi l'installation d'un projet de valorisation et de développement de la culture de grenadier dans cette région, qui consiste en la création, en 2011, d'un complexe de conditionnement et de stockage des grenades avec une capacité de 20.000 Tonnes.

Ceci permettra d'organiser la commercialisation et réduire l'intervention des intermédiaires et augmenter de manière substantielle le revenu des producteurs. Ce complexe comportera aussi dans la future une unité d'extraction du jus des grenades et il est prévu aussi dans le cadre du Plan Maroc vert la réalisation d'un deuxième projet qui portera sur l'extension de la superficie cultivée à 400 Hectares.

2. Production de la grenade :

Dans le monde, les plus importants pays producteurs de grenades sont les pays d'Orient dont l'Iran, la Turquie, la Transcaucasie et l'Inde mais aussi dans la zone méditerranéenne la Tunisie, le Maroc, l'Espagne, l'Italie et la Grèce. Aux Etats-Unis et plus particulièrement en Californie, la culture de la grenade est très développée. La production de grenade est en nette augmentation ces dernières années, montrant un regain d'intérêt pour ce fruit oublié depuis plusieurs décennies. Ainsi, un article parut dans un journal américain, le Boston Globe, annonce la pénurie de la production américaine de jus de grenade en 2007.

Il semblerait en effet que les supermarchés américains n'arrivent pas à garder en stock de jus de grenade. Cela viendrait essentiellement de la publicité faite pour ce jus dans de nombreux magazines, suite à une étude de 2002, qui démontre les puissants pouvoirs antioxydants de ce fruit, et son rôle dans la prévention des cancers et des maladies cardiovasculaires. Certains magazines annonceraient même le jus de grenade comme « jus de l'année 2007 ».

Des producteurs américains envisageraient d'arracher leurs vignes pour planter des grenadiers. La situation en matière d'approvisionnement semble devenue tellement critique que les supermarchés parlent de faire venir du jus depuis l'Europe. De même, d'après un rapport du centre de veille stratégique, la Tunisie note une forte augmentation de la demande en grenades. De 2005 à 2006, la production du fruit est passée de 65000 à 71000 tonnes, dont 2000 tonnes destinées à l'exportation.

2.1. Production de grenade en Algérie :

2.1.1. Djelfa : la grenade de Messaad , une marque déposée :

DJELFA - A Djelfa, la grenade de Messaad, Deldoul et Amoura, des régions agricoles du Sud de la wilaya, est considérée comme une marque déposée, dont les fins connaisseurs, de tous bords, s'accordent sur l'excellence. En effet, tous les spécialistes en la matière s'accordent sur l'excellence de la qualité de la grenade de Messaad et Deldoul, mais aussi celle de Amoura, sur les hauteurs du mont Boukhil, des régions où ce fruit pousse en abondance, mais surtout avec une qualité inégalée nulle part ailleurs.

La meilleure preuve en est la multitude de commerçants, qui convergent vers ces régions, en saison de la récolte de ce fruit succulent, dont l'abondance de la production demeure toutefois tributaire de la "bonne santé des arbres", selon les experts du domaine. Une production de plus de 117.700 qx Selon les données fournies par les services agricoles de Djelfa, la wilaya a réalisé une production de plus de 117.700 qx de grenade, durant la présente campagne, dont le lancement se fait, annuellement, au début de l'automne.

Les jardins de grenadier, à Djelfa, occupent une surface de près de 1.239 ha, dont un taux de 60% est concentré, dans le sud de la wilaya, une région réputée pour la qualité et l'abondance de son produit, qui s'est admirablement adapté à son climat semi-aride, selon des experts agricoles locaux, qui citent en exemple les jardins de grenadiers de Messaad.

Selon nombre d'agriculteurs locaux, la production de cette année est en recul comparativement aux campagnes précédentes, à cause de certaines maladies ayant touché les grenadiers.

La grenade de Messaàd, un fruit de réputation mondiale "La grenade de Messaàd est une marque déposée de renommée mondiale, sur le double plan de la qualité du goût et de la multitude de ses variétés", a indiqué à l'APS le secrétaire général de la Chambre d'agriculture de la wilaya, Belkhiri Abdelkader.

Le responsable a tenu à citer parmi ces variétés de grenade de renommée mondiale, "Lhamraoui" (rougeâtre), "Snin Laàloudj", "El Karess" (citronné), "Tounsi", "L'khadraoui" (vert), signalant, également, un "engouement" de la part de pépiniéristes de nombreuses wilayas voisines, pour l'acquisition de plants de grenadiers locaux.

Il a, en outre, fait part d'efforts en cours en vue de l'extension de cette culture arboricole vers le Nord de Djelfa, où sont concentrés le tiers des grenadiers de la wilaya.

Quant à la célèbre grenade de Messaàd, elle est réputée, à l'échelle nationale, pour être sans pépins et bien juteuse, des qualités qui font de ce fruit l'objet d'une très forte demande locale et nationale, notamment sur les plants de grenadiers locaux. Selon Cheikh El Mostfa, propriétaire d'une grande surface de grenadiers à Messaàd, sa production n'est pas seulement sollicitée par des commerçants, mais aussi par les enfants de la région, qui en acquièrent de grandes quantités pour leur consommation personnelle, mais aussi pour en offrir à des amis car ils s'agit vraiment d' "un fruit très cher à leur cœur", a-t-il souligné.

En dépit de son âge avancé, cet agriculteur, dont le métier est un héritage légué de père en fils, dit continuer toujours à s'occuper personnellement de ses arbres, car il s'agit d'une espèce requérant beaucoup d'attention et d'entretien, à cause des multiples parasites qui l'attaquent, mais dont la maîtrise est toutefois possible grâce à des méthodes rodées qui lui permettent, à la fin, d'obtenir l'un des meilleurs fruits que Dieu a créé et qui, plus est, cité dans le saint Coran, ajoute-t-il, sur un ton fier.

Ainsi, chaque automne à Djelfa est synonyme de tables garnies de bonnes grenades au goût succulent, d'autant plus que les prix de ce fruit demeurent relativement stables, depuis des

années, soit entre 80 et 150 DA le kg. Toutefois certaines variétés, réputées pour leur excellente qualité, peuvent atteindre les 250 DA le kg, en début de saison.

2.1.2. Production de grenade à M'sila : Une récolte abondante mais de qualité médiocre :

La production de grenade s'est «sensiblement» accrue à M'sila pour atteindre 90.000 quintaux, mais la qualité du fruit est jugée médiocre du fait d'une «infection fongique» et d'une «mauvaise irrigation», a indiqué le directeur des services agricoles, Azzedine Boulefrakh. «L'infection des grenades par des champignons a fait que le fruit pourrit à l'intérieur au moment où la peau garde une couleur jaune virant au rouge», a expliqué ce responsable, notant que l'irrigation des grenadiers «en dehors des périodes propices» réduit «énormément» la qualité des grenades. Malgré cela, les prix des grenades sur les marchés de la wilaya demeurent élevés puisqu'ils oscillent entre 100 et 150 dinars le kilogramme (contre 40 dinars à peine en 2011).

Cette hausse est entretenue à la fois par la demande sur ce fruit de saison et par l'impossibilité pour l'acheteur de connaître la qualité du fruit «de visu», a encore indiqué M. Boulefrakh.

Jadis utilisés comme brise-vents autour des vergers d'arbres fruitiers, les grenadiers ont fini par supplanter d'importantes surfaces d'abricotiers en raison, notamment, de la «constance de la production de grenades» et de la période assez longue de conservation du fruit, ont expliqué des agriculteurs de la commune de Sidi Ameer (sud-ouest de la wilaya) où le grenadier est cultivé depuis plusieurs décennies.

Selon la direction des services agricoles, pas moins de 200 hectares devraient être consacrés, durant les deux prochaines années, à cette arboriculture fruitière qui génère durant la période de récolte de nombreux emplois comme constaté à Baniou (commune de Maârfi), à Ouled Derradj, El Hamel, Amedjdel, Menaâ et El Koudia (commune de M'sila).

3. Généralité agronomiques sur grenadier :

3.1. Culture du grenadier :

Le grenadier est un petit arbuste à longue durée de vie, bien adapté au climat méditerranéen et aux zones arides. Il est très résistant et s'acclimate très bien dans de nombreux milieux. Cependant, respecter au mieux ses exigences assurera au grenadier une bonne croissance et une bonne fructification.

3.2. Systématique et botanique :

Le grenadier, *Punica granatum*, a été décrit par Linné et introduit dans sa classification en 1753. Telle est cette classification :

- Embranchement : Spermaphytes
- Sous-embranchement : Angiospermes
- Classe : Magnoliopsida
- Ordre : Myrtales
- Famille : Punicaceae
- Genre : *Punica*
- Espèce : *Punica granatum* L.

En 1998, une nouvelle classification des angiospermes, c'est-à-dire des plantes à graines, est créée par un groupe de botanistes, l'Angiosperme, Phylogeny Group ou APG. Cette classification phylogénétique réorganise le règne végétal en fonction de critères moléculaires, s'intéressant essentiellement à l'ADN de deux gènes chloroplastiques et d'un gène nucléaire de ribosome. Ainsi, pour certaines espèces végétales, les résultats moléculaires sont en accord avec les anciennes classifications alors que pour d'autres espèces végétales, il est nécessaire de modifier leur position (**SPICHIGER R.-E., SAVOLAINEN V., et al. 2004**).

Angiospermes Dicotylédones vraies Rosidées Myrtales Lythraceae *Punica granatum*
Dans la systématique. Ces résultats reconsidèrent la phylogénie des plantes. Cette nouvelle organisation se compose alors de 462 familles réparties dans 40 ordres. Cette classification a été révisée en 2003, donnant naissance à la classification phylogénétique APGII, qui comporte 457 familles réparties dans 45 ordres. Au sein de cette classification, la position du grenadier est. (**SPICHIGER R.-E., SAVOLAINEN V., et al. 2004**)

- Clade : Angiospermes
- Clade : Dicotylédones vraies
- Clade : Rosidées
- Ordre : Myrtales
- Famille : Lythraceae
- Genre : *Punica*
- Espèce : *Punica granatum*

3.3. Grenadier dans le règne végétal :

Le grenadier (*Punica granatum* L.), un gros buisson ou arbuste assez épineux, au feuillage caduc et de bel aspect, appartient à la famille des Punicaceae, division Magnoliophyta, classe Magnoliopsida et à l'ordre des Myrtales. Il est originaire de l'Asie subtropicale et s'est acclimaté à la région méditerranéenne (**Sarkhosh et al., 2006**). Il est depuis longtemps cultivé à but ornemental et pour ses fruits comestibles.

Ses fruits contiennent de nombreuses graines, chacun enrobé dans une pulpe gélatineuse rouge cramoisi, le tout enveloppé dans une peau (écorce) coriace dont la couleur peut aller du jaune au rouge foncé.

Les fruits sont consommés en frais et sont aussi utilisés pour produire un sirop dont le principal ingrédient est sa pulpe au goût acide. Depuis des milliers d'années, les propriétés astringentes de l'écorce du fruit et de l'arbre sont très prisées en médecine, particulièrement comme vermifuge. Actuellement, la grenade est cultivée dans la plupart des régions à climat chaud, car il a besoin de fortes chaleurs pendant toute la période de fructification (**Melgarejo, 1993**).

3.4. Biologie du grenadier :

Les feuilles du grenadier sont opposées ou sous-opposées, luisantes, étroites, et de forme oblongues, entières, de 3 à 7 cm de long et de 2 cm de large. Ses fleurs sont rouge vif, de 3 cm de diamètre et ayant cinq pétales (souvent 16 davantage sur les plantes cultivées).

Elles sont hermaphrodites, portant de 4 à 8 sépales coriaces et un même nombre de pétales rouges, de nombreuses étamines et un nombre variable de sépales, qui constitue l'ovaire inférieur.

Son fruit est une baie, dont la taille varie entre celle d'une orange ou d'un pamplemousse, de 7 à 12 cm de diamètre, de forme hexagonale arrondie ; son écorce est épaisse, rougeâtre et contient de nombreuses graines. Les fruits du grenadier ont un taux de respiration faible et un rythme respiratoire non climatérique (**Ben-Arie et al., 1984**).

3.4.1. Fleurs :

La période normale de la floraison de différents cultivars de grenadier se produit généralement entre mars- avril et juin- aout. Elle dure jusqu'à 10 –12 semaines et voire plus selon les variétés et les conditions géographiques (**BenArie et al., 1984**).

Sur le plan de la biologie florale, le grenadier est une espèce monoïque qui développe, sur le même arbre, des fleurs hermaphrodites fertiles en formes de "vase", et des fleurs mâles stériles avec un style très court et des ovaires atrophiés (en forme de cloche) (**Melgarejo and Salazar, 2003**). La dominance revient généralement aux fleurs mâles avec un taux de 60 à 70 % selon les variétés et les saisons, les variétés de grenadiers sont auto fertile, mais peuvent être également inter-polonisés, avec cependant une dominance de la pollinisation libre. La première vague de floraison donne le meilleur taux de nouaison (90 %) avec des fruits de bonne qualité et qui sont moins susceptibles à l'éclatement (**Chaudhari and Desai, 1993**).

3.4.2. Fruit :

Le grenadier, bien conduit entre en production à partir de la quatrième année. Il est déconseillé de cueillir par temps humide, car les fruits risquent également de se fendre. Selon les variétés, la période de maturité des grenades a lieu entre la fin du mois d'aout et de décembre (**Melgarejo, 1993**).

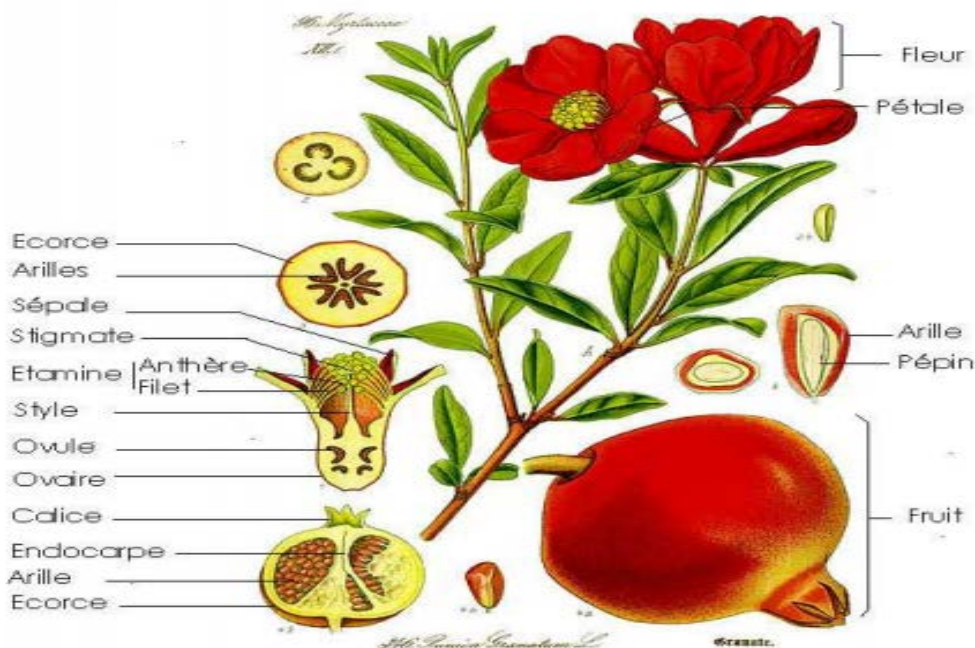


Figure N°03 : Fleurs et fruits du Grenadier (*Punica granatum*)(Flora von Deutschland and Schweiz.

3.5. Les exigences de milieu :

3.5.1. Climat :

Le grenadier s'adapte à de nombreux climats, des tropiques aux régions tempérées chaudes. Cependant, c'est un climat austral subtropical voire tropical qui lui convient le mieux. Les meilleurs fruits sont obtenus dans les régions subtropicales, où la période des températures élevées correspond au moment de la maturité des grenades. Il supporte très bien la sécheresse, mais cela compromet la qualité de ces fruits. Un climat chaud et sec sera bon pour le grenadier à condition que ses racines ne manquent pas d'eau.

En dehors des régions subtropicales, le grenadier pousse fort bien dans toutes les régions où la température ne descend pas en dessous de -15°C.

3.5.2 Le sol :

Le grenadier n'est pas exigeant en ce qui concerne la nature de son sol. Il s'adapte à une large gamme de sols et tolère les terrains acides, alcalins, crayeux... Il est également assez résistant à la salinité de la terre. Néanmoins, il donne de meilleurs résultats dans un terrain profond et gras : les terres d'alluvions lui conviennent mieux. Les terrains alcalins, argilo limoneux, lui sont favorables.

3.5.3 L'eau :

Les arboriculteurs turcs et perses prétendent que le grenadier doit avoir « les pieds dans l'eau et la tête au soleil ». En effet, il est nécessaire que ses racines soient au frais et largement irriguées, afin d'obtenir des fruits de bonne qualité et en grande quantité.

3.5.3.1 Fréquence des arrosages du grenadier :

L'année suivant la plantation, ne pas négliger les arrosages pour assurer une bonne reprise à l'arbre. Une moyenne d'un arrosage copieux par semaine par temps sec est préconisée.

Intervenir de préférence le soir.

Une fois l'arbre bien installé, arroser d'avril à août une fois tous les quinze jours mais très copieusement.

Ensuite stopper les arrosages pour éviter l'éclatement des fruits. L'arbre se contentera alors des précipitations naturelles.

Par **Iris MAKOTO**



Figure N°04 : Une grenade éclatée sur un rameau de grenadier sauvage à Ghoufi (wilaya de Batna, Algérie).

3.6. Soins culturaux :

3.6.1. Entretien régulier :

Il faut procéder, une fois par an, à un ameublissement du sol et à la destruction des mauvaises herbes. Au cours de l'été, plusieurs sarclages sont nécessaires afin de maintenir les racines humides.

3.6.2. Engrais :

Il faut être prudent avec les engrais, et éviter ceux azotés, qui risquent de faire éclater les fruits sur l'arbre et faire proliférer les brindilles, gourmands et drageons.

Ce type d'engrais est à réserver pour des arbres chétifs et en mauvaise santé.

Au contraire, des engrais phosphatés ont une influence favorable sur la fructification, et doivent être apportés à l'arbre en hiver.

3.6.3. Plantation :

Espace entre les arbres 4 à 5 mètres

Hauteur du grenadier adulte 3 à 5 m suivant les variétés.

3.6.4. Taille du grenadier :

- Eliminer les rejets au pied de l'arbre si vous ne voulez pas un port trop buissonnant.

- Eclaircissage du bois mort ou des branches qui se chevauche.
- Fructification sur les bois d'un an donc faire une taille de renouvellement.
- Attention supporte mal la coupe des grosses branches

3.6.5. Les maladies et parasites du grenadier :

Le grenadier et la grenade ont peu d'ennemis. La plupart des ravageurs du grenadier sont répandus dans les pays tropicaux ou les régions proches de la mer, et très peu présents dans les régions continentales.

➤ **Les pucerons :**

Les pucerons sont assez nuisibles dans les zones littorales. Ces insectes dévorent les jeunes pousses. Leur destruction nécessite l'emploi de produits chimiques.

➤ **Ectomyelois ceratoniae :**

Est un lépidoptère considéré comme le plus grand ennemi des grenades, pouvant causer des dégâts considérables en affectant 90% des fruits d'une récolte. Les traitements chimiques n'ont pas donné grande satisfaction.

➤ **Les zeuzères :**

Ces insectes, à l'état de larve, creusent des galeries sur le tronc et les grosses branches, pouvant provoquer leur cassure.

➤ **Aspergillus castaneus :**

Aspergillus castaneus est un champignon capable de décolorer les fruits et les graines du fruit qui en est infesté.

➤ **Ceratitiscapitata Wiedemann :**

La mouche méditerranéenne des fruits, *C. capitata* (Diptère, Tephritidae) a été signalé comme ravageur de grenade en Turquie, en Espagne et dans d'autres régions de la Méditerranée (OZTURK et al., 2005; ÖZTURK et ULUSOY, 2009, JUAN et al. , 2000; DELRIO et COCCO, 2012).

3.6.6. La multiplication :

La multiplication du grenadier peut se faire par semis, par boutures, par marcottage, par drageons ou par greffes.

- **Le semis :**

Le semis a lieu au printemps, en pépinière, avec la graine récoltée la même année. Il faut choisir, pour cette opération, la graine des variétés à fruits acides et de maturité tardive.

En effet, ces variétés sont, en général, plus rustiques que celles à fruits doux, et donc mieux adaptées à ce mode de multiplication.

Cependant, le semis est peu utilisé car ce procédé est long et donne des résultats non homogènes.

- **La bouture :**

La bouture est un mode de multiplication végétative. Le bouturage est simple sur le grenadier et donne, en général, de bons résultats.

En février-mars, on taille les boutures de 20 à 25 cm de longueur et de 0,5 cm d'épaisseur. Puis, ces boutures sont mises en pépinière, de telle sorte qu'un seul œil reste au dessus du sol, tous les autres étant enterrés.

Elles s'enracinent alors facilement et rapidement. Dès le printemps suivant, elles peuvent être mises en place. Cependant, il est plus prudent de les laisser en pépinière pendant deux saisons. C'est ce qu'il est couramment fait.

Ce procédé de bouturage favorise une repousse plus vigoureuse et rapide du jeune arbre, mais les racines sont moins développées.

- **Après le bouturage du grenadier :**

Surveiller les arrosages pour que le mélange ne sèche jamais complètement mais ne pas laisser d'eau stagnante dans la coupelle. Attention ce type de mélange léger sèche vite.

Garder la bouture en pépinière et la repoter dans un pot de 20 cm de diamètre contenant de la terre de jardin, du terreau et du sable en début d'automne.

Conserver en pépinière jusqu'au printemps suivant.

Installer en pleine terre en avril/mai.

Un an après la plantation, rabattre le scion de $\frac{3}{4}$ de sa longueur.

L'année suivante faire une taille de formation en ne conservant que les 5 branches charpentières.

Par **Iris MAKOTO**

- **Le drageon :**

Le drageon est également un mode de multiplication végétative. Le drageon est un rejet issu de la racine d'une plante. Quand celui-ci a acquis suffisamment de force, il est séparé de la plante mère et mis en terre. Cela donne un nouveau pied.

La multiplication par drageons chez le grenadier est assez simple car cet arbre en produit parfois abondamment. Ce procédé est, semble-t-il, assez souvent employé dans la région méditerranéenne.

3.6.7. La fructification et la récolte des fruits :

- **La fructification :**

Le grenadier, bien soigné, commence à fructifier dans sa quatrième année.

L'irrigation joue un rôle très important dans la qualité des fruits. Ainsi, pour produire de gros fruits, un arrosage abondant est nécessaire. De plus, un fruit qui a manqué d'eau a tendance à éclater facilement, le rendant impropre à la consommation et à la commercialisation.

3.6.8. La récolte des fruits :

Il est prudent de faire la cueillette des grenades avant leur complète maturité, quand leur écorce commence à rougir. Souvent, en effet, le fruit se fend sur l'arbre quand il est tout à fait mûr.

Il est déconseillé de cueillir par temps humide car les fruits risquent également de se fendre. Selon les variétés, la récolte des grenades se fera entre fin août et décembre.

3.6.9. La conservation des grenades :

Dans *De rustica*, Columelle relate les recettes du carthaginois Magon, pour la conservation des grenades. Ainsi « il prescrit de bien faire chauffer de l'eau de mer et d'y plonger un certain temps les grenades, enveloppées dans du lin ou du spart, jusqu'à ce qu'elles perdent leur couleur. Après les avoir retirées de l'eau, il conseille de les faire sécher au soleil pendant trois jours et de les suspendre dans un lieu frais.

Quand on veut les consommer, il faut les mettre à macérer dans de l'eau douce froide pendant un jour et une nuit, jusqu'au moment de servir ».

Une autre de ces recettes conseille de : « recouvrir les grenades à peine cueillies d'une couche de terre glaise bien pétrie. Quand cette argile aura séché, les suspendre dans un lieu frais. Avant de les manger, les plonger dans l'eau pour dissoudre la terre. Cette méthode permet de leur garder toute leur fraîcheur ».

Magon enseigne encore : « au fond d'une casserole neuve en argile, déposer une couche de sciure de peuplier ou de chêne vert. Y déposer les grenades de façon que l'on puisse bien tasser la sciure dans les intervalles séparant les fruits. Les disposer ainsi jusqu'à ce que la casserole soit pleine. Mettre un couvercle et recouvrir soigneusement d'une épaisse couche de boue ».

A échelle familiale, ces méthodes de conservation traditionnelle sont encore utilisées dans certains pays producteurs comme la Tunisie. Néanmoins, la non maîtrise des techniques de conservation à grande échelle de ce fruit rend très difficile l'étalement de la période de commercialisation des grenades et surtout l'exportation sur de longues distances.

On peut conserver les grenades :

- durant 2 semaines à température ambiante
- durant un mois dans le bac du réfrigérateur
- jusqu'à quatre mois à 5°C

Elles peuvent aussi être transformées en jus ou en sirop pour une conservation de plusieurs mois en bouteille (Web 2).

3.6.10. Variétés :

Il existe un grand nombre de variétés de grenades qui ne se différencient pas seulement par leur morphologie, mais aussi par leur composition physicochimique, en particulier par leur teneur en sucre, en acide, vitamine C, en polyphénols et leur rendement en jus. Selon cette composition en sucre et en acide, les variétés sont souvent réparties en grenades aigres, aigres-douces et douces (CEMEROGLU et al ., 1992 ; MELGAREJO et al ., 2000).

Bien que le grenadier soit peu exigeant, les plantations ne sont pas très importantes en Algérie.

Il existe de nombreuses variétés de grenades, de qualités très différentes. Les variétés les plus cultivées en Oranie seraient : Tendral (appelée Molla), Blanca, Si Hueso, Colorado.

Plusieurs sortes de grenadier sont signalées dans des petits jardins en Kabylie, on ne connaît que leur appellation locale (Lahlou, Elmouze, ..) (CHOUAKI et al ., 2006).

- *Acco*, Israel, fruit de couleur rouge, maturité 2 semaines avant wonderful,
- *Agat*, bonne résistance au froid,
- *Alicante*, gros fruit,
- *Al sirin nar*,
- *Asmar*, peau noire,
- *Dente di caballo*,
- *Fina tendral (Fine tendral)*, grosse grenade, peau fine, saveur sucrée, utilisation pour la table et en jus, productif,
- *Flechman ou Fleshman ou Fleishman*, originaire de californie, grosse grenade ronde de couleur rosé ayant une bonne qualité gustative et un grain mou.
- *Grenadier d'Espagne*, gros fruit,
- *Gabès*, résiste à -12°C, floraison juin et juillet, fleur simple de couleur orange, maturité automne, port buissonnant, branches un peu épineuses,
- *Gafsa*, d'origine tunisienne (craint le froid), produit une grosse grenade n'ayant pas d'acidité
- *Gagin*, aussi utilisé pour la fabrication du sirop de grenadine
- *Gordo de Jativa*, variété espagnole, fruit de taille moyenne à peau très fine, graines tendres, un peu acide, arbre vigoureux dans de bonne condition,
- *Hermioni*, on peut la trouver en Grèce, saveur douce un peu sucrée. utilisable aussi pour le jus. peut se fissurer à maturité.
- *Hicaz Nar*, douce, pour la table ou le jus,
- *Kabylie*, gros fruit sans pépins, saveur sucrée, maturité octobre,
- *Kandhari*, inde/afghanistan, gros fruit, coloré, graine dure , acidulé ,
- *Kazake*,
- *Meknes*, fruit sans graine,

- *Mollar de Elche*, une variété bien appréciée, résiste à -12°C, floraison en juin et juillet pouvant se prolonger jusqu'à la fin de l'été, fleur simple de couleur orange, fruit sans graines de bonne qualité gustative, arbre pouvant atteindre 3m de hauteur, maturité automne, plutôt pour la région sud,

- *Mollar Valenciana* ou *Mollar de València*,
- *Porfianca* ou *Parfianca*, Bon calibre, saveur douce, se conserve bien,
- *Raz el barrel*, Raz el barrel
- *Salavatski*,
- *Seedless*, résiste à -12°C, floraison juin et juillet, fleur simple orangé, grenade à peau jaune, grains sans pépin, pulpe rouge, grenadier rustique et vigoureux, maturité septembre à octobre.

- *Shami*
- *Sweet*, Amérique du nord, Zone 6, grenade peu coloré, jus de couleur rose, sans pépin, saveur douce, productif.

- *Valenciano* (voir à Mollar Valenciana)
- *Wonderful* ou *Wonderfull*, acide, zone 6 en Amérique du nord, originaire de Floride et multiplié en Californie à partir de 1896, gros fruit un peu aplati sur les sommets, utilisation pour le jus, produit un jus coloré, grenadier vigoureux et productif, maturité septembre.

Autre variété non distribuée en France :

- *Ahmar*, Iraq
- *Alandi*, grains durs acidulés, pulpe rouge
- *Aswad*, Iraq
- *Balegal*, originaire de Californie, gros fruit couleur rose pâle, doux
- *Bedana*, Inde, graine tendre
- *Bhagwa*
- *Black*
- *Blanca*, cultivé en Espagne
- *Borde*
- *Cagin*, cultivé en Espagne, acide
- *California sunset*

- **Chelfi**,
- **Cloud**, grenade de taille moyenne, jus doux peu coloré.
- **Crab**, grosse grenade, jus rouge, parfumé.
- **Djeibi**, cultivé au maroc, arbre vigoureux, fruit de taille moyenne, graine demi-tendre, très sucrée
- **Dholka**, gros fruit, pulpe foncé violet clair, saveur douce, graines dures.
- **Douce de Patras**
- **Dulce colorada**, cultivé en Espagne, maturité octobre
- **Early Wonderful**, grosse grenade bien coloré, peau mince, précoce de deux semaines avant wonderful, productif
- **Eightball**
- **Evergreen**, grain acide
- **Flavescens**, Amérique du Nord, Zone 6
- **Francis**, Originaire de Jamaïque, productif
- **Gabsi**, maturité septembre
- **Giuseppe**, bonne
- **Granada**, originaire de Californie en 1966, mutation de wonderful, le remplace peu à peu
- **Granada Agria**, Mexique
- **Granada de China**, Mexique
- **Green globe**, originaire de Californie, gros fruit, doux.
- **Halwa**, Iraq
- **Jolore Sedless** une des variétés les plus commercialisées en Inde
- **Kabul**, gros fruit, pulpe rouge foncé, sucrée, parfois un peu amère
- **Kamel**
- **Lyubimyi**, Turkménistan ?
- **Maiki**, Tunisie
- **Malissi ou Malisi**, Israël, plutôt douce
- **Manfalouty**, une des variétés les plus commercialisées en Égypte
- **Mangulati**, Arabie Saoudite
- **Mollar de Albaterra**
- **Monstruoso**, grain acide

- *Muscat Red*, grains juteux à saveur mi-douce.
- *Muscat White*, gros fruit peu coloré, écorce mince, doux, graines demi-durs.
- *Paper-Shell*, fruit rond de calibre moyen à gros, écorce mince, pulpe juteuse et sucrée, graines tendres, rustique.
- *Pignonenca*, cultivé en Espagne
- *Piñón tierno de Ojós*
- *Plentiflora*, Amérique du Nord, Zone 6
- *Phoenicia*, grosse grenade, graine dur, pas d'acidité.
- *Poona*, gros fruit.
- *Ras el Baghl*, Israël, plutôt douce
- *Red Loufani*, Israël
- *Roja*, une des variétés les plus commercialisées en Espagne
- *Rosh Hapered*
- *Sefri*, cultivé au Maroc, floraison étendue sur un mois, gros fruit, graine demi-tendre, juteuse et sucrée, maturité après Zheri précoce, vigueur moyenne
- *Spanish Ruby*, calibre variable, grain charnu rose, doux, parfumé.
- *Tendral de Xàtiva*
- *Tounsi*, Tunisie
- *Utah sweet*, peau et pulpe rosé, doux, belle fleur
- *Zheri* ou *Zeri*, cultivé au Maroc, calibre moyen (autour de 300gr), graines petites tendres, juteuses et sucrées, vigueur moyenne, maturité précoce
- *Zubejda*, Russie.

Variétés décoratives :

- **Albescent**, ornement, fleurs blanches, Amérique du Nord, Zone 6
- **Grenadier nain** (*Punica granatum nana*) de 40 à 60 cm de hauteur, floraison échelonnée de juin à septembre,
- **Flore Pleno**, nombreux pétales chiffonnés
- **Variétés à fruits décoratifs noirs ou violets** non comestible, résiste à -17°C

A fleurs double décorative (limite de température -17°C)

- **Chico**, taille jusqu'à 80cm de hauteur, belle fleur double d'un rouge puissant,
- **Luteum Plenum**, pas de fruit, fleurs doubles de couleur jaune pâle,
- **Legrelliae ou Legrelli ou madame Legrelliae ou Madame Legrelle**, pas de fruits, fleurs doubles de couleur panaché orangé, crème sur le bord, **Maxima Rubra**, pas de fruits, fleurs doubles de couleur rouge orangé.

Naines :

- **Nana**, fleurs doubles rouge orangé, résiste jusqu'à -15°C.
- **Nana chicco**.
- **Nana Gracillissima**, forme ronde, fleurs simples chiffonnées de couleurs rouges orangés, floraison abondante, hauteur 50cm, résiste jusqu'à -12°C.
- **Nana Racemosa**, fleurs double, hauteur 80cm. Variétés cultivées en Algérie Grenade de Messâad est une marque déposée de renommée mondial : Lhamraoui (rougeâtre), Snin Laâloudj ; El Karess(citronné), Tounsi, Lkhadraoui(vert). Variété de Kabylie : cultivar non identifié en provenance d'Algérie. Bonne résistance au froid (du même ordre que 'Fina Tendral'). Pierre Baud, pépiniériste à Vaison-la-Romaine, qui détient la plus importante collection de cultivars de grenadiers de France, indique une résistance au froid de -13 °C / -15 °C). Fruits gros, à épiderme jaunâtre lavé de rouge. Saveur douce. Graines (à l'intérieur des arilles) tendres.

3.6.10.1. Variétés de l'ouest de l'Algérie :

Mrini, Maadam, Lahmar.

Sefri : Gros fruit jaune (500g), graine demi-tendre rose clair, juteuse et sucrée. Maturité début octobre, vigueur moyenne.

3.6.11. Valeur nutritive, utilisation et intérêt du grenadier :

Les fruits sont cueillis de septembre à décembre. La peau et le jus de la grenade servent depuis des siècles à teindre les tapis d'Orient. En cuisant les fruits, on obtient une encre noire comme jais. La peau de la grenade était utilisée en Inde pour teindre la laine dans des tons jaunes et noirs. Avec un extrait de la racine du grenadier, on peut produire des tons bleu foncé à l'aide d'une teinture de fer.

La racine, l'écorce et la peau bouillie étaient utilisées jusqu'au Moyen Âge comme vermifuge même contre les vers solitaires.

3.6.11.1. Intérêts nutritionnels de la grenade :

La grenade est très proche de la figue fraîche et de la mangue par sa valeur énergétique et sa teneur en glucides. Elle est très sucrée, mais la présence d'acide citrique la rend également acidulée. Elle est très juteuse. La grenade est aussi une source non négligeable de vitamine C.

Cette vitamine antioxydante et anti-fatigue, contribue à la santé des os, des cartilages, des dents et des gencives. De plus, elle protège contre les infections, favorise l'absorption du fer contenu dans les végétaux et accélère la cicatrisation. Ce fruit fournit aussi de nombreuses vitamines du groupe B, et plus particulièrement de la vitamine B6, également connue sous le nom de pyridoxine.

Cette dernière fait partie des coenzymes qui participent au métabolisme des protéines et des acides gras, ainsi qu'à la fabrication de neurotransmetteurs. De plus, elle collabore à la fabrication de globules rouges.

Elle est aussi nécessaire à la transformation du glycogène en glucose et contribue au bon fonctionnement du système immunitaire. Enfin, cette vitamine joue un rôle dans la formation des cellules nerveuses.

La grenade renferme également de nombreux oligo-éléments et minéraux, tels que le potassium, phosphore, calcium, magnésium, fer, zinc et cuivre.

Ce dernier, le cuivre, est nécessaire à la formation de l'hémoglobine et du collagène, et il entre dans la composition de nombreuses enzymes.

La grenade, à condition d'en consommer les graines, est très riche en fibres insolubles, contenues dans le tégument de ces graines.

3.6.11.2. Composition phénolique (industrie) :

La partie comestible des fruits frais est formée de l'arille, l'enveloppe charnue rouge entourant la graine. Les jus de grenade commerciaux sont obtenus en pressant le fruit dans son entier, avec sa peau.

Le tableau ci-dessous donne les composés phénoliques du jus de grenade, exception faites des procyanidines B1 et B2 dont les concentrations sont mesurées dans le jus d'arilles seuls.

- Les arilles de grenades contiennent des flavanols (ou catéchines) comme les cerises ou les prunes mais en moins grande quantité¹. Sont aussi présents les dimères de flavanols (des procyanidols) en petites quantités.
- La coloration rouge des grenades vient de la présence d'anthocyanosides, des pigments naturels appelés aussi anthocyanes. Le rouge vif typique des grenades résulte d'une combinaison de 3-glucosides et 3,5-diglucosides de delphinidol, cyanidol et pélargonidol.
- La peau du fruit est très riche en ellagitanins (glucose lié à plusieurs acides HHDP) et gallotanins (glucose lié à plusieurs acides galliques). L'analyse HPLC détecte des isomères de punicalagine, absents de l'arille. La punicalagine est un ellagitanin complexe, caractéristique de la peau de grenade, formé d'un glucose lié à l'acide ellagique et l'acide gallagique.

Plusieurs flavones (comme des glycosides d'apigénol et lutéolol) ont été trouvés dans les feuilles.

3.6.11.3. Caractéristiques chimiques des fruits :

➤ Le jus de grenade :

Le jus de grenade, comme de nombreux autres jus de fruits, se compose de sucres tels que le glucose, le fructose et le saccharose et d'acides organiques tels que l'acide citrique, l'acide malique, l'acide oxalique et l'acide tartrique. Le tableau 1 montre les valeurs minimales et maximales obtenues pour les acides organiques et les sucres selon une étude élaborée par Melgarejo et al. (2000). Lansky et al. (2007) ont montré que parmi les acides aminés trouvés dans la grenade, il y a la valine, proline et méthionine. D'autres études ont montré que le jus a une composition élevée en vitamines hydrosolubles dont le plus important est la vitamine C avec une concentration qui varie entre 4 et 6 mg/100g de proportion comestible selon le codex alimentarius en 2009.

La grenade a aussi une concentration assez importante en minéraux (tableau 1). Entre les différents composés qui pourraient servir de marqueurs sans équivoque dans un produit de jus de fruits, les acides organiques et les composés phénoliques qui sont potentiellement les plus utiles en raison de leur ubiquité, leur spécificité et leur multiplicité.

Le grenadier contient aussi des flavanols et des indole-amines comme la tryptamine, la sérotonine, neuromédiateur qui intervient dans la régulation du sommeil, de l'appétit et de l'humeur ainsi que la mélatonine, connue sous le nom « d'hormone du sommeil » qui intervenant dans la régulation des rythmes chronobiologiques (**Lansky et al., 2007**).

Tableau N°01: Composition du jus de grenades en acides organiques, en sucres et en minéraux

(mg/100 g de la partie comestible du fruit)

	Composé	Quantité
Acides organiques (Melgarejo et al., 2000)	Acide citrique	0,09- 0,32
	Acide malique	0,10- 0,21
	Acide oxalique	0,01- 0,07
	Acide tartrique	0,01- 0,05
	Acide fumarique	0,01
Sucres (Melgarejo et al., 2000)	Fructose	5,54- 8,24
	Glucose	5,53- 7,80
	Saccharose	0,01- 0,07
Minéraux et métaux lourds (codex alimentarius, 2009)	Phosphore	0,30
	Fer	259,00
	Potassium	3,00
	Calcium	3,00
	Sodium	3,00
	Manganèse	0,12
	Magnésium	0, 15
	Cuivre	0,07
	Sélénium	0,60
(codex alimentarius, 2009)	Vitamine B1	0,03
	Vitamine B2	0,03
(Tehranifar et al., 2010)	Vitamine C	9,90- 17,60

Enfin, sa teneur en composés phénoliques et surtout en anthocyanines, puissantes molécules antioxydantes fournissant au jus de grenade sa couleur brillante, augmente jusqu'à maturité du fruit et diminue après la pression du fruit (**Hernandez et al., 1999**).

➤ **Graine :**

L'huile, obtenue à partir des graines de grenade, se compose à 80% d'acides gras insaturés, acides gras présentant au moins une double liaison, essentiellement représentée par l'acide punique, acide cis-9,trans-11,cis15,octadécatriénoïque, mais également par les acides oléiques et linoléiques (**Hornung et al., 2002**). Cette huile se compose aussi d'acides gras

saturés, qui ne présentent aucune double liaison, comme les acides palmitiques et stéariques (Lansky et al., 2007). Il a été mis en évidence l'existence d'hormones stéroïdiennes dans les graines de grenade (Tsuyuki et al., 1981). De plus, ces graines contiennent aussi de nombreux stérols, comme le cholestérol ou le stigmastérol. Enfin, elles renferment aussi un glycolipide entrant dans la composition des gaines de myéline des mammifères et le cérébroside (**Lansky et al., 2007**).

➤ **Ecorce de la grenade :**

L'écorce du fruit contient deux importants acides hydroxybenzoïques, l'acide gallique et l'acide ellagique. Elle renferme également des acides hydroxycinnamiques, des dérivés de flavones, des molécules de coloration jaune et des anthocyanidines, responsables de la couleur rouge des grenades. De nombreux ellagitanins sont aussi présents, tels que la punicaline, la punicalagine, la granatine A et la granatine B (**Lansky et al., 2007**). Ces tanins représentent jusqu'à 28% de l'épiderme du fruit (**Fournier, 1948**). La pelletierine pourrait aussi se trouver dans l'écorce de la grenade. En effet, la méthode de dosage des alcaloïdes est basée sur l'utilisation du réactif Dragendorff. Cette méthode répond positivement à la présence de pelletierine (**Lansky et al., 2007**).

CHAPITRE II

1. La bouture :

La bouture est un mode de multiplication végétative. Le bouturage est simple sur le grenadier et donne, en général, de bons résultats.

En février-mars, on taille les boutures de 20 à 25 cm de longueur et de 0,5 cm d'épaisseur. Puis, ces boutures sont mises en pépinière, de telle sorte qu'un seul œil reste au dessus du sol, tous les autres étant enterrés. Elles s'enracinent alors facilement et rapidement.

Dès le printemps suivant, elles peuvent être mises en place. Cependant, il est plus prudent de les laisser en pépinière pendant deux saisons. C'est ce qu'il est couramment fait.

Ce procédé de bouturage favorise une repousse plus vigoureuse et rapide du jeune arbre, mais les racines sont moins développées.

1.2. Les démarches du bouturage :

La période la plus appropriée pour les boutures ligneuses est souvent la saison sèche ou la saison fraîche, lorsque la croissance des pousses est minimale.

Pour les arbres à feuilles caduques, il vaut mieux prélever les boutures dans la période où les arbres n'ont pas de feuilles.

La plupart des plantes ligneuses sont toujours vertes, et il faut effeuiller la partie de la bouture qui sera introduite dans la terre : environ deux tiers de la longueur de la bouture. Généralement, l'on laisse quelques feuilles— parfois coupées en deux à l'extrémité de la bouture, le nombre de feuilles dépendant des conditions de croissance (ombre, humidité, etc.). En général les feuilles stimulent la croissance des racines, mais les boutures ont tendance à se dessécher si la superficie des feuilles est trop grande.

En général, l'on jette le bout de la pousse ou du rameau, mais une pousse vigoureuse peut fournir plusieurs boutures de 15 à 50 cm, la longueur recommandée. Communément, le diamètre des boutures varie entre l'épaisseur d'un crayon à environ 3 cm.

La coupe supérieure est oblique pour permettre à l'eau de pluie d'être évacuée. La coupe inférieure se fait souvent juste en-dessous d'un nœud, parce que les racines se forment généralement au niveau du nœud.

Utilisez toujours des outils propres : désinfectez votre outil tranchant dans de l'eau bouillante avant de l'utiliser.

N'utilisez jamais de couteaux ou de machettes émoussées pour prélever des boutures.

Si une coupe n'est pas lisse et propre, une pourriture pourra conduire à l'échec de la bouture ; la plaie sur l'arbre mère pourra également être infectée.

L'on préfère prélever les boutures sur les branches et les rameaux montants, parce que ces derniers poussent en hauteur après avoir formé des racines, formant un arbre avec un tronc adéquat.

Souvent, les boutures prélevées sur des branches horizontales ou tombantes ne poussent pas en hauteur.

Lorsqu'il n'est pas possible de planter les boutures tout de suite, il faut les garder dans un endroit frais, ombragé, sous de la toile de jute, de l'herbe ou des feuilles humides.

Les boutures feuillues doivent être plantées sans délai.

1.3. Difficultés de bouturage :

1.3.1. Un phénomène sous influence multiple :

Les facteurs qui influencent la capacité d'enracinement des boutures sont complexes. Ils sont liés à la plante mère ou à la bouture elle-même. Il s'agit de facteurs internes qui peuvent être fixés (génétique, maturité, polarité...) ou non (hormones, métabolites,...) ou de facteurs externes (environnement physique et chimique).

Concernant les végétaux ligneux généralement difficiles à bouturer, du point de vue des plantes mères, pour une même espèce, les différents cultivars sont plus ou moins aptes au bouturage.

Il existe aussi des situations, dans la plante mère, plus propices au bouturage, par exemple la proximité du système racinaire. Ainsi de jeunes pousses, issues de la base des plantes (rejets, broussins,...) ou de leurs racines (drageons) fournissent d'excellentes boutures.

Ces pousses présentent souvent des caractères de juvénilité (croissance vigoureuse et orthotrope, feuilles juvéniles, absence de floraison) or il a été montré qu'il existe un lien fort entre juvénilité et aptitude au bouturage.

Dans la pratique, on cherchera à maintenir l'état juvénile par l'utilisation du recépage des plantes mères quand c'est possible, par la pratique de taille sévère ou taille en haie quand elles ne supportent pas le recépage (par exemple pour les pieds mères de *Picea abies* et de *Pinus*

radiata) ou, dans les cas les plus difficiles, par la culture in vitro (*Rhododendron*, pêcher). En mettant en œuvre ce concept de rajeunissement, Gilles Galopin a pu maîtriser pour plusieurs espèces horticoles (hortensia, forsythia, myrtillier américain) la fabrication de « micro pieds mères », suffisamment juvéniles pour produire en continu de nombreuses pousses herbacées, homogènes et facilement enracinables.

Dans le cas très difficiles des arbres adultes très âgés (séquoia, platane), il a été possible, à l'AFOCEL (Association Forêt cellulose) notamment, d'obtenir un rajeunissement compatible avec le bouturage après plusieurs cycles de greffage sur jeune semis.

2. Créer des conditions favorables (pour la rhyzogénèse) :

Du point de vue des boutures, plusieurs faits sont à considérer. Dans le cas où la réussite du bouturage est aléatoire ou difficile, l'utilisation de l'auxine peut améliorer et régulariser les résultats, augmenter la quantité et parfois la qualité des racines produites.

Si la réussite des boutures dépend de la saison, l'utilisation de cette substance permet de prolonger la période de bouturage. On trouve dans le commerce des poudres à base d'auxine. Il s'agit principalement de deux auxines de synthèse : l'AIB (Acide indole butyrique) et l'ANA (Acide naphthalène acétique).

Les deux sont plus efficaces que l'AIA car plus stables dans la plante. L'AIB, moins risquée pour la plante, est la plus utilisée. L'auxine de synthèse la plus connue, le 2-4D, étant un herbicide puissant, il est très important de respecter les modalités d'utilisation de ces produits. Si les boutures sont herbacées et en phase de croissance, il est nécessaire de les placer dans un environnement évitant la perte d'eau et dans des conditions permettant une reprise d'activité métabolique (lumière, température) car les réserves nécessaires à la croissance des racines puis de la tige sont limitées. Si les boutures prélevées sont lignifiées, aucun équipement sophistiqué n'est nécessaire. Les réserves, rapatriées depuis les feuilles à l'automne, sont stockées dans les tiges et disponibles dès la reprise de croissance.

Il faut cependant faire en sorte que les bourgeons n'entrent en croissance qu'après l'enracinement. Un bouturage de fin d'été ou d'automne sera plus adapté qu'un bouturage de printemps pour les espèces dont la dormance des bourgeons est levée par le froid de l'hiver.

2.1. La racine :

La racine est un organe ramifié qui assure la fixation de la plante dans le sol et qui lui permet d'y puiser les substances nutritives nécessaires à son développement.

Elle remplit parfois d'autres fonctions, comme la mise en réserve de substances nutritives et le support mécanique de la plante.

3. Le processus d'enracinement :

Quand vous prélevez une bouture sur la plante-mère, elle va mettre en œuvre son processus de guérison en envoyant des hormones vers la blessure.

Deuxième étape, des racines se forment à la base de la bouture. Plus la bouture contient d'hormones, plus les qu'elle s'enracine vite et avec succès sont grandes.

Il est recommandé de prélever la bouture juste au dessous d'un nœud, en gardant intact la pointe de la pousse.

Certaines boutures ne s'enracineront que si la pointe de la pousse reste intacte. D'autres se contenteront d'un ou deux nœuds prélevés sur la tige : dans ce cas, une seule pousse pourra donner de nombreuses boutures – une bouture terminales et plusieurs boutures intermodales.

En se rassemblant sur la surface de coupe, les hormones stimulent la formation des cellules racinaires.

Ces dernières se multiplient pour former une excroissance blanchâtre de tissus calleux, qui gonfle jusqu'à l'apparition de racines.

Dès qu'elles se forment, ces racines nourrissent ce jeune plant en lui fournissant humidité et nutriments.

La plante peut alors faire pousser feuilles tiges. Plus la bouture s'enracine rapidement, plus la plante ne va pousser avec vigueur.

Beaucoup de plantes ont assez de ces hormones pour que leurs boutures s'enracinent avec succès.

Pour d'autres, ce n'est le cas : celles-là tireront avantage d'un apport d'hormones en poudre ou liquide.

Ces deux produits contiennent des substances chimiques reproduisent les fonctions des hormones naturelles et donnent à la plante le coup de fouet nécessaire pour qu'elle s'enracine plus vite.

L'apport d'hormones pour l'enracinement est efficace, mais il y a des plantes pour lesquelles on doit l'éviter, comme les pélargoniums.

Appliquer de la poudre d'hormone à une bouture de pélargonium est contre-productif. Cela stoppe la formation de racines, car cette plante a déjà un taux élevé d'hormones d'enracinement.

3.1. Différenciation d'organe :

De faible concentration d'auxines (10-8g/ml) en présence de cytokinines, permettent l'initiation d'ébauches de bourgeons.

Des doses plus élevées inhibent le développement de ces ébauches qui passent à l'état de la vie latente.

Des concentrations fortes d'auxines (10-7_ 10-5g/ml) stimulent la production de racines, la présence d'autres substances, thiamine, biotine, arginine, composées orthodiphénoliques dans les tissus est nécessaire pour que se manifeste cette action rhizogène des auxines.

3.2. La naissance des racines adventives :

3.2.1. Une organisation interne plus ou moins complexe :

L'apparition de racines sur une bouture implique que certaines cellules de cette bouture échappent à l'organisation initiale des tissus, pour former un ensemble méristématique (cellules en divisions actives) s'orientant vers le processus de rhizogenèse. Quel que soit l'organe (tige, feuille,..), ce sont le plus souvent les cellules des tissus profonds qui sont à l'origine des racines et, en particulier, des tissus proches des zones vasculaires (xylème et phloème) et du cambium. Cette origine n'est pas anodine, puisqu'un élément essentiel de la réussite du bouturage est l'existence d'une continuité vasculaire entre la bouture et la racine adventive qui va apporter eau et éléments minéraux au nouvel individu.

La blessure, provoquée par la séparation de la plante mère, conduit à la réactivation cellulaire et à la mise en place des méristèmes racinaires.

Il s'agit d'abord d'une cicatrisation de la base des boutures avec quelquefois production d'une cal dont le rôle peut-être déterminant chez les espèces dites récalcitrantes car des racines peuvent y prendre naissance (sapin, épecea, if,...).

Le plus souvent, l'apparition des racines se produit hors de la cal, mais à proximité car cette naissance est le résultat de l'activité métabolique complexe de cicatrisation et en particulier de l'influence d'une phytohormone naturelle : l'auxine (Acide indole acétique).

Chez certaines plantes, que l'on connaît comme faciles à bouturer (peuplier, saule, groseillier, jasmin,..), les méristèmes racinaires sont déjà présents naturellement à l'état latent, seule la réactivation étant induite par la blessure.

La croissance des racines peut être ralentie ou arrêtée par des tissus internes ou superficiels plus ou moins rigides, d'où le recours à l'utilisation de certains traitements amollissant ou disloquant l'écorce.

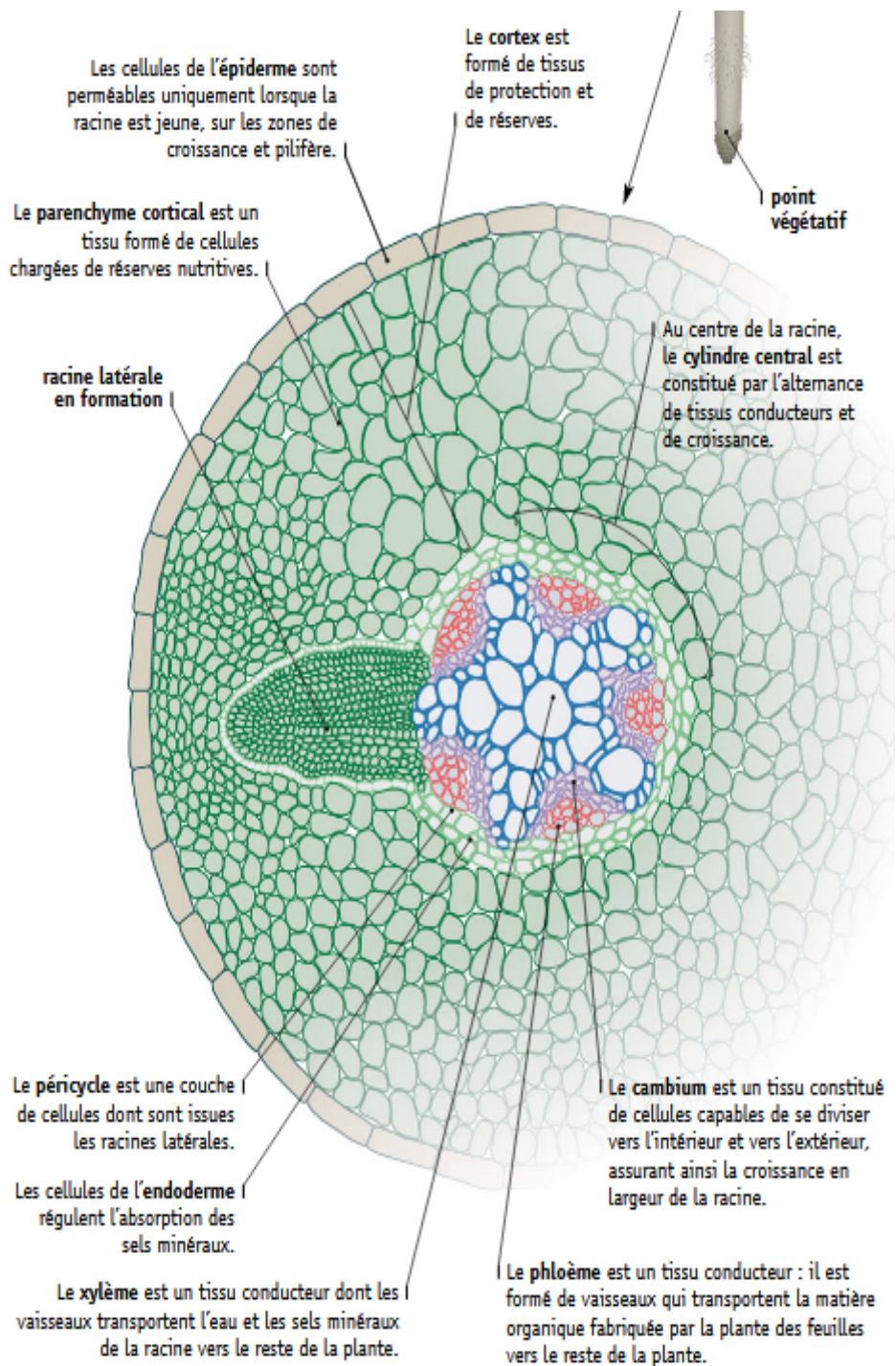


Photo N°05 : représente où se naissent la racine

4. L'application d'hormones :

4.1. Les phytohormones :

Les hormones végétales ou phytohormones sont impliquées à tous les stades de la vie d'une plante depuis la pollinisation provoquant la fécondation et le développement de l'embryon zygote, tout au long du développement de celui-ci en plante adulte jusqu'au contrôle de la floraison, de la fructification et de la sénescence.

Les mêmes phytohormones ne font pas que diriger les processus de croissance et de développement: elles sont pour cela obligatoirement impliquées dans des mécanismes spécifiques de division, d'élongation et de différenciation cellulaire, mais aussi nécessairement dans les métabolismes primaire et secondaire.

Les phytohormones sont d'une importance capitale dans le contrôle des cultures *in vitro* de cellules, tissus, organes ou plantes entières, c'est-à-dire dans l'orientation qu'on veut leur donner : maintien en vie, croissance, initiation d'une organogenèse spécifique (production d'organes tels que pousses feuillées, racines, embryons somatiques*), multiplication d'organes ou de plantules, etc....

Elles sont également largement utilisées pour le contrôle de la production de métabolites secondaires d'intérêts divers.

4.1.1. Les auxines :

Les auxines sont des substances chimiques, naturelles ou synthétiques, dérivée du L-tryptophane. L'auxine endogène est l'acide indole-acétique (A.I.A).

Cet acide est produit par le primordium foliaire, les jeunes feuilles et les graines en développement, selon un processus basipète (du sommet à la base).

Il influence de nombreuses activités de la plante, notamment l'inclinaison vers la lumière, la dominance apicale (inhibition des bourgeons latéraux par une forte croissance terminale), la formation de couches d'abscission dans les fruits et les feuilles et la stimulation de la formation des cambiums.

Cette activité est la plus importante du point de vue de la multiplication végétative car elle a un effet direct sur la formation de racines dans les boutures et sur la cicatrisation des plaies lors

de la formation de points de greffe. Certaines auxines synthétiques sont plus efficaces que l'acide indole-acétique et sont commercialisées pour la multiplication des végétaux, notamment l'acide indole-butyrique (A.I.B), l'acide naphthyl-acétique (A.N.A.) et le 2,4-D, qui est un herbicide bien connu.

a. Utilisation des hormones :

Les plantes sont sensibles à certains facteurs comme la lumière, la chaleur, les déplacements d'air. Leurs réactions à ces stimuli sont le résultat de modifications chimiques dans leurs cellules.

Des circonstances différentes produiront des substances chimiques différentes qui vont réguler les réactions de l'ensemble de la plante.

Les substances chimiques aident une bouture à s'enraciner sont des hormones végétales. Elles se concentrent à différents endroits de la plante : on en trouve plus à l'extrême pointe de pousse en pleine croissance, mais aussi le long de la tige, au niveau des nœuds.

Les jeunes pousses en ont plus les plus anciennes. Ce sont elles que vous allez choisir pour prélever des boutures.

b. L'emploi des préparations d'hormones

Appliquer la bonne dose d'hormone requiert un peu de pratique. Il n'en faut que sur la surface de coupe. Si vous utilisez une solution liquide, plongez juste la terminaison de la bouture et laissez s'égoutter le surplus. Si vous préférez la poudre, mettez-en un peu dans une soucoupe.

Là aussi, ne plongez que l'extrémité de la bouture et tapotez pour éliminer la poudre en excédent.

Lorsqu'on prélève des boutures, il convient d'observer des règles d'hygiène strictes : il faut veiller qu'il y a pas d'infection croisée entre les lots.

Préparer dans un récipient une faible quantité de solution ou de poudre pour un usage immédiat, et jetez ce qui n'est pas utilisé.

Ce n'est pas vraiment de gaspillage si cela vous évite de perdre tout un lot de boutures pour cause de maladie fongique.

Certaines préparations d'hormones contiennent un fongicide, qui peut être utile pour protéger les boutures contre les pourrissements.

c. **Effet des auxines endogènes et exogènes (régulateurs de croissance)**

L'auxine endogène, l'acide indole-acétique (AIA), est responsable de plusieurs fonctions de la plante dont la formation de racines adventives chez les boutures.

Chez un certain nombre d'espèces, la seule hausse de la teneur en AIA à la base de la bouture suffit à induire le phénomène. Chez d'autres, il est nécessaire de donner un traitement à base d'auxines de synthèse comme l'acide indole-butyrique (AIB) et l'acide naphthalène-acétique (ANA).

Chez certaines espèces, le traitement auxinique n'a d'effet que sur le nombre de racines formées.

Une hausse de la teneur en auxine endogène ou en auxine endogène et exogène à la base de la bouture de tige enclenche l'induction racinaire. Au cours des 24 à 36 heures qui suivent cette hausse, des enzymes commencent à dégrader ces molécules et permettent ainsi l'initiation puis la croissance des racines.

La teneur en auxine des traitements auxiniques est souvent de 10^{-3} et 10^{-4} kg/kg. Or, les teneurs en auxine favorables à la croissance de la tige et de la racine sont respectivement de l'ordre de 10^{-6} et 10^{-9} kg/kg. L'AIB et l'ANA de synthèse sont plus efficaces que l'AIA naturelle et l'AIA de synthèse.

De façon générale, les producteurs et les chercheurs emploient surtout l'AIB en Amérique du Nord alors qu'en Europe on utilise le plus souvent un mélange d'AIB et d'ANA.

Bien que les auxines de synthèse soient disponibles sous forme de poudre, il est conseillé de les utiliser sous forme de solutions, car à concentration égale la solution est plus efficace que la poudre (Chee, 1995; Chong et al., 1992; Mitter et Sharman, 1999).

L'alcool est le solvant le plus populaire pour solubiliser les auxines (Dirr et Heuser, 1987), mais le polyéthylène glycol et le naphthol sont aussi utilisés (Chong et al., 1992; Mitter et Sharma, 1999).

Les auxines synthétiques sont dissoutes dans l'alcool éthylique à 95%, puis diluées avec de l'eau pour atteindre une concentration en alcool de 50%.

Les concentrations en AIB les plus couramment utilisées sont des doses de 1000 à 4000 ppm pour des boutures de bois tendre et de 4000 à 10000 ppm pour les boutures ligneuses.

À ces concentrations, la base des boutures est trempée durant quelques secondes avant la mise à enraciner.

D'autres chercheurs préfèrent utiliser des concentrations plus faibles, de l'ordre de 50 à 500 ppm, et laisser tremper la base des boutures pendant 20 à 24 heures.

Le trempage rapide permet de réduire les effets de la température, de l'humidité et de l'intensité lumineuse sur l'absorption des solutions (Trépanier, 2009) et de réduire les manipulations.

d. Alternative naturelle à l'hormone de bouturage chimique :

Il est possible de stimuler l'enracinement de vos boutures avec une méthode simple et naturelle. Les saules (*Salix*) possèdent en eux une substance (l'acide acétylsalicylique) ayant la propriété de cicatriser et d'accélérer la production de racines.

Il suffit alors de placer plusieurs tiges de saule dans une bouteille d'eau coupée d'un tiers. Laissez apparaître les racines et gardez les tiges 3 semaines dans la bouteille.

L'eau va se transformer en un gel visqueux que vous pourrez utiliser à la place de l'hormone chimique du commerce.

e. Inconvénients de l'hormone de bouturage :

Le dosage est très important. On compte 0,10 g par tige à bouturer. Au-delà, l'effet risque d'être inversé et la bouture risque de ne jamais reprendre correctement, présentant au mieux des malformations et au pire une mort précoce.

PARTIE
EXPERIMENTALE

CHAPITRE I

Matériels et Méthodes

1. Objectif :

Notre travail a pour objectif de connaître le comportement variétal des boutures de grenadier, en fonction de l'application d'hormones de croissance (AIB), pour l'obtention de plants vigoureux et bien développés.

2. Présentation du milieu d'étude :

2.1. Localisation :

L'EPE ferme BENSABA spa est située dans la commune de Jdiouai wilaya de Relizene (distance de 30 km du chef – lieu de la wilaya), les terres de la ferme sont traversées par la RN N°4.

- SAT : 439 ha.
- SAU : 433 ha dont :
 - Culture pérennes : 319,13 ha dont :
 - 295 ha oliviers.
 - 53 ha abricotiers.
 - 29,33 ha intercalées oliviers /abricotiers.
 - Sup nue : 122,43 ha.
 - Incolte : 5,61 ha.1

2.2. Milieu naturel et données agro-pédo-climatiques :

A vocation oléicole, l'olivieraie occupe 67% de la superficie agricole utile. Les sols sont profonds, caractérisés par une texture équilibrée argilo-limoneuse et limono – argileuse.

2.3. Milieu naturel et données agro –pédo –climatique :

Située dans un bas fond entre les piémonts du Dahra et de l'Ouarsenis.

- Climat : semi-aride à hiver doux.
- Altitude : 65 m.
- Pluviométrie : 246 mm en 2015.
- Gelées : très rares.
- Température : minimas 04°C maximas 49°C.
- Vent : Ouest et nord – ouest (dominants), Siroco : 02 à 03 jours / an.
- Grêle : rares.
- Neige : très rare.

Tableau N°2 : superficie complante de la ferme pilote BENSAHA.

Spéculation	Sup total Ha	Sup en rapport	Observation
Oliviers	295	271	25 ha jeune plantation
Abricotiers	53	53	-

3. Matériel et méthode :

3.1. Le matériel végétal :

Dans les vergers de grenadier dans la wilaya de Tlemcen, exact communes de Remchi, une centaine de boutures, ont été prélevés, il s'agit de quatre variétés locales.

- Sefri : (variété juteuse) Gros fruit jaune (500g), graine demi-tendre rose clair, juteuse et sucrée. Maturité début octobre, vigueur moyenne.
- Mrini (variété aimée par les tlemceniens par son arrière-goût)
- L'Ahmar
- et Maadam (à semence dure et goût acide, utilisé comme porte greffe).

3.2. Prélèvement des boutures :

Les boutures doivent être prélevées sur des arbres pieds mère préalablement testés pour leurs qualités variétales, leurs performances et leurs indemnités vis-à-vis des maladies virales.

3.3. Epoque de prélèvement des boutures :

Est préférable de prélever les boutures au temps que l'activité de la zone cambiale est disponible. Où la possibilité de formation de racines s'élève.

La période de prélèvement approprié pour notre culture est en février-mars.

Dans notre étude les prélèvements de boutures ont été faits comme suit :

- Sefri, L'Ahmar et Maadam : 12/02/2018
- Mrini : 19/02/2018.

3.4. Préparation des boutures :

Dès le prélèvement des rameaux, on a procédé à la préparation des boutures. Entre la période de prélèvement des rameaux et la mise en place des boutures le temps doit être écourté en maximum où les mettre en jauge.

La bouture à une longueur de 25 à 30 cm, les trois quarts de la bouture serait enfouit dans le sol.

La coupe en extrémité doit être oblique pour que l'eau de pluie et d'arrosage s'évacue.



FigureN°06 : Boutures destinées aux traitements et à la plantation (variété Maadam).

3.5. Traitement hormonal des boutures :

3.5.1. Préparation de la solution hormonale :

Solution mère : pour 50000 ppm on dissolvant 5g d'AIB (Acide Indol-Buturique) dans 100ml d'alcool.

➤ Solution d'emploi :

Pour 4000 ppm : 8ml solution mère plus 22ml d'alcool plus 70ml d'eau.

Pour 3000 ppm : 6ml solution mère plus 24ml d'alcool plus 70ml d'eau.

Les boutures sont trempées dans les concentrations correspondantes pour chaque variété (3000 et 4000p.p.m.).



Figure N°07 : Produits utilisés dans la préparation hormonale.

3.5.2. Mise en terre des boutures :

Les boutures, une fois préparées, elles sont trempées dans une solution hormonale d'AIB (Acide Indol-Butyrique) à une concentration de 4000ppm et 3000ppm et plantées, les deux tiers de la bouture verticalement dans le sol, de densité de 30 boutures pour chaque variété,



Figure N°08 : Boutures de grenadier.

Chapitre I : Matériel et méthode

Plan de travail

15 boutures traitées
Par 3000 p.p.m

15 boutures traitées
Par 3000 p.p.m

15 boutures traitées
Par 4000 p.p.m

15 boutures traitées
Par 4000 p.p.m

15 boutures témoin

15 boutures témoin

V1 :Maadam

V2 :Lahmar

15 boutures traitées
Par 3000 p.p.m

15 boutures traitées
Par 3000 p.p.m

15 boutures traitées
Par 3000 p.p.m

15 boutures traitées
Par 4000 p.p.m

15 boutures témoin

15 boutures témoin

V3 :Mrini

V4 :Sefri

CHAPITRE II

Résultats et Discussion

1. Résultat et discussion :

Les résultats sont montrés dans des tableaux.

2. Interprétation des résultats :

➤ Bloc 01

L'étude statistique révèle que la concentration (C 4000) variété(MAADAM) est plus importante par rapport aux nombre de bourgeons dans la concentration (3000) de la même variété (5,2 VS 1,4).

D'après le tableau on observe que le témoin variété (LAHMAR) est le plus important aux nombre de bourgeon par apport à la concentration (4000) de même variété (3 VS 0,8).

Pour la variété (MRINI) la concentration (3000) est présentent un nombre de bourgeon plus important que la concentration (4000) de même variété (5,6 VS 4,2).

Pour la variété (SEFRI) on observe que la concentration (3000) est plus importante que l'absence d'hormone (3,6 VS 1,4).

L'étude statistique de quatre variétés montre que la variété de (MRINI) avec une concentration de (3000) et (5,6) est la plus important du nombre de bourgeon.

Et les variétés de (LAHMAR) avec une concentration de (4000) et (0,8) est la plus petite nombre de bourgeon.

➤ Bloc 02

Selon nos résultats on observe que la variété (MAADAM), dans la concentration de (3000) est plus importante par contre dans concentration de (4000) (4,2 VS 3,6).

Pour la variété (LAHMAR) on obtient que les boutures témoins aient un nombre de bourgeon important par contre la concentration (4000) de même variété (2,6 VS 0,4).

Pour la variété (MRINI) on distingue que la concentration (4000) est plus important que le témoin (absence de l'hormone) de la même variété (2,2 VS 1,6).

Pour la variété (SEFRI) on remarque la concentration (4000) donne un nombre de bourgeon plus important que la concentration (3000) et l'absence de hormone de même variété (3,4 VS 2,4).

D'après l'étude statistique de nombre de bourgeon entre quatre variétés de grenadé on distingue que la concentration de (3000) pour la variété (MAADAM) donne le nombre maximal de bourgeon par contre la variété (LAHMAR), elle présente le nombre minimal des bourgeons avec une concentration de (3000) , (4 ,2VS 0,4) .

➤ Bloc 3

Les résultats de tableaux statistiques montre que :

Pour la variété (MAADAM) on obtient que la concentration (3000) et plus important au nombre de bourgeon par apport à la concentration (4000) de même variétés (4,4 VS 2,6)

Pour la variété (LAHMAR) on remarque la concentration (4000) est plus important au nombre de bourgeon la concentration (3000) et l'absence d'hormone de même variétés (3,4VS 2,4).

Pour la variété (MRINI) on ne distingue que la concentration (3000) à un nombre de bourgeon plus important que (témoin) absence d'hormone (3 VS 2,4).

Pour la variété (SEFRI) on observe que la concentration (3000) a un nombre de bourgeon plus grand que la concentration (4000) et l'absence d'hormone de mêmes variétés (2,8 VS 1,6).

Selon les résultats statistiques des variétés on remarque que la variété de (MAADAM) avec (3000) est la plus important pour donne un nombre élevé des bourgeons par contre la variété (SEFRI) présente un nombre maximal de bourgeon pour la concentration (4000) et l'absence d'hormone (4,4 VS 1,6).

3. Comparaison générale entre les block et variétés :

Selon notre résultats statistique des variétés et pour les trois blocks, on conclut que :

Variété de Mrini avec (c 3000) donne la plus importante moyenne de bourgeons par bouture laquelle (5,6).

Et la variété Lahmar, avec la concentration (3000), donne la moyenne minimale de bourgeonnement laquelle (0,5).

On conclut que les deux applications d'hormones (3000, 4000 p.p.m) ne sont pas significatives car on a remarqué le nombre maximal obtenue dans la concentration (3000) por variété Mrini est (5,6), d'autre côté la concentration (3000) présente une moyenne minimale chez la variété Lahmar de (0,4).

Donc la différence entre les moyennes de bourgeonnement sont en dépendance au comportement des variétés.

Alors d'après nos résultats la variété Mrini est la plus significative,

4. Débourrement des boutures après un mois 15/04/2017 :



FigureN°09 : éclatement foliaire après un mois.



FigureN°10 : Bouture à deux éclatements foliaire et une cal (V. Maadam).

➤ **Racines après un mois :**

Après un mois les racines étaient en début de croissance, veut dire la guérison des blessures entraînées durant l'opération de bouturage, naturellement vont guérir par formation de amas de cellules (cal), et aussi dans l'écorce et surtout dans le niveau des nœuds.



FigureN°11 : Racine formation de cal (V. Mrini).



FigureN°12 : Bouture racinée (V. Sefri).

➤ **Après deux mois (le 16 mai) :**



FigureN°13 : Croissance foliaire des boutures après deux mois.



FigureN°14 : Nouvelle ramification attaquée par le puceron.



FigureN°15 : Cals et racines plus développées que celle d'un mois.



FiguresN°16 : Boutures débourrées après deux mois.

➤ **Après 4 mois (2 juillet) :**



FigureN°17 : Croissance des boutures après 4 mois.



FigureN°18 : Système racinaire d'une bouture après 4 mois.

➤ **Après 6 mois (9 septembre) :**



FigureN°19 : Racine adventive d'une bouture.



FigureN°20 : Plants après 6 mois.



FigureN°21 : Plants à 60cm de longueur.

D'après les photos la croissance des plants était dans l'énorme pour la majorité des boutures, dont le système racinaire se croissait parallèlement avec l'apparition des bourgeons durant les six mois.

Selon les résultats, il ressort en définitive que le nombre de bourgeons aient débourrés après un mois reste différent selon les variétés. Les variétés Mrini a un meilleur taux de débourrement.

5. Discussion :

Selon les résultats obtenus concernant le débourrement des bourgeons des boutures de l'ensemble des variétés de grenadier, il ressort que le démarrage physiologique de chaque variété est satisfaisant.

Nous avons relevé que la variété Maadam, Lahmar, Mrini et Sefri ont débourré ensemble après un mois de leurs plantation.

Néanmoins il fait retenir que le débourrement ne signifie pas forcément qu'il y aurait une rhizogenèse.

Le débourrement physiologiquement n'est lié qu'aux réserves emmagasinées par les boutures, cela voudrait signifier que l'application d'hormones n'a pas d'effet.

Le choix d'un diamètre de la bouture est assez important suffit.

Les résultats ont montrés que le phénomène physiologique de la caulogenèse chez les grenadiers n'est pas problématique.

Physiologiquement plus le taux de réserves est élevé, plus le nombre de tige augmente, et en conséquence une ramification abondante qui va permettre une meilleure alimentation en hydrate de carbone au système racinaire.

Un plant vigoureux doté d'une ramification abondante et un système racinaire bien développé permet d'une bonne reprise lors de transplanter.

On peut retenir que les deux variétés Mrini et Maadam se positionnent en premier quant à leur le taux de débourrement par apport aux deux autres variétés Sefri et Lahmar.

En définitive l'apport d'hormone telle que l'A.I.B n'a pas d'effet sur la caulogenèse.

Nous avons constaté que les plants traités avec les deux doses ont modérément donnés des résultats semblables aux témoins.

Conclusion

Générale

Conclusion

Conclusion

Les différents travaux que nous avons observé aux concerné en premier objectif la connaissance et le comportement de certains variétés de boutures de grenadier. Pour cela la mise en place de bouture de 4 variétés avec traitement hormonale et leur suivi sur six mois, nous a permis de constater que le débourrement est un phénomène de caulogenèse varient selon les variétés.

Deux variétés sont intéressants pour la production de plants vigoureux qui facilitent la reprise lors de transplantation qui est une exigeante agronomique à un arboriculteur. Ces deux variétés sont Maâdam et Mrini.

On peut admettre que les applications d'hormone telle que l'A.I.B ne sont pas nécessaires et indispensable pour la caulogenèse.

Références Bibliographiques

Références

Référence

-**Steven Bradly**, multiplier, greffer, bouturer. Outils. Techniques. Calendrier. Hachette pratique. Collection carrée verte. Bibliothèque Abd EL Hamid Ibn Badis

-**Christophe Drénou**, Dossier de l'environnement de l'INRA n°20, Etudes des relations entre système racinaire et stabilité des arbres. Page 154

-**A. Riedacker**. Rythmes de croissance et de régénération des racines des végétaux ligneux. Annales des sciences forestières, INRA/EDP Sciences, 1976, 33 (3), pp.109-138. <10.1051/forest/19760301>. <hal-00882133>, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00882133> Submitted on 1 Jan 1976. Pages: 119, 121, 124.

-**D. Côme, R. et B.Durand, R. Jacques, P. Penon, J.-Cl. Roland sous la direction Paul Mazliak**, Croissance et développement, Physiologie végétale II.

-**Les Éditions Québec Amérique inc.**2007, Les Plantes : comprendre la diversité du monde végétal, pages : 30, 31.

-**Elodie Wald**, université de Lorraine, faculté de pharmacie, LE GRENADIER (PUNICA GRANATUM) : Plante historique et évolutions thérapeutiques récentes, 2009, Pages : 9 à 34.

-**Régions**, Production de grenade à M'sila : Une récolte abondante mais de qualité médiocre, Publié par DK News le 05-11-2015, 20h17 | 157, sur net.

- **Wikipédia**, l'encyclopédie libre, Grenade(fruit).

ANNEXE

Les calculs statistiques faites sur un logiciel

ECARTS-TYPES DES RESIDUS

ECARTS-TYPES FACTEUR 1 = Bloc

1 (Bloc1)	2 (Bloc2)	3 (Bloc3)
2,229	1,597	2,039

KH12 = 6.588

PROB =0.03616

ECARTS-TYPES FACTEUR 2 = Variété

1 (MAADAM)	2 (LAHMAR)	3 (MRINI)	4 (SEFRI)
2,431	1,86	2,036	1,464

KH12 = 11.184

PROB =0.01086

ECARTS-TYPES FACTEUR 3 = ConCn

1 (C4000)	2 (C3000)	3 (Ctemoin)
1,683	2,436	1,707

KH12 = 10.908

PROB =0.00447

ECARTS-TYPES INTER F1*2 = Bloc Variété

	1 (Bloc1)	2 (Bloc2)	3 (Bloc3)
1 (MAADAM)	2,395	2,18	2,845
2 (LAHMAR)	2,221	0,945	2,247
3 (MRINI)	2,916	1,729	1,239
4 (SEFRI)	1,331	1,456	1,687

Les calculs statistiques faites sur un logiciel

KH12 = 32.829

PROB =0.00061

ECARTS-TYPES INTER F1*3 = Bloc ConCn

	1 (Bloc1)	2 (Bloc2)	3 (Bloc3)
1 (C4000)	2,041	1,322	1,698
2 (C3000)	2,84	1,887	2,607
3 (Ctemoin)	1,789	1,617	1,798

KH12 = 17.275

PROB =0.02731

ECARTS-TYPES INTER F2*3 = Variété ConCn

	1 (MAADAM)	2 (LAHMAR)	3 (MRINI)	4 (SEFRI)
1 (C4000)	2,169	1,912	1,564	1,066
2 (C3000)	2,943	2,203	2,9	1,754
3 (Ctemoin)	2,284	1,54	1,472	1,589

KH12 = 25.429

PROB =0.00799

ECARTS-TYPES INTER F1*2*3 = Bloc Variété ConCn

Les calculs statistiques faites sur un logicielle

	F1 =1 (Bloc1)				F1 =2 (Bloc2)				F1 =3 (Bloc3)			
	1 (MAADAM)	2 (LAHMAR)	3 (MRINI)	4 (SEFRI)	1 (MAADAM)	2 (LAHMAR)	3 (MRINI)	4 (SEFRI)	1 (MAADAM)	2 (LAHMAR)	3 (MRINI)	4 (SEFRI)
1 (C4000)	3,377	1,538	2,112	1,25	2,171	0,975	1,138	1,157	0,583	3,078	1,676	1,037
2 (C3000)	2,046	3,078	4,757	1,416	2,991	0,802	2,228	1,539	4,144	2,62	1,358	2,528
3 (Ctemoin)	2,116	2,33	1,634	1,622	1,722	1,239	2,05	1,927	3,288	1,156	0,845	1,579

INTERACTION TRAITEMENTS*BLOCS

SCE test de TUKEY = 15.592 PROBA = 0.07139

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	987,778	179	5,518				
VAR.FACTEUR 1	16,311	2	8,156	1,657	0,19241		
VAR.FACTEUR 2	31,422	3	10,474	2,128	0,09789		
VAR.FACTEUR 3	4,078	2	2,039	0,414	0,66725		
VAR.INTER F1*2	103,244	6	17,207	3,496	0,00309		
VAR.INTER F1*3	4,089	4	1,022	0,208	0,93202		
VAR.INTER F2*3	23,344	6	3,891	0,79	0,5805		
VAR.INTER F1*2*3	78,489	12	6,541	1,329	0,20818		

Les calculs statistiques faites sur un logicielle

VAR.BLOCS	37,722	4	9,431	1,916	0,10983		
VAR.RESIDUELLE 1	689,078	140	4,922			2,219	76,80%

MOYENNES

MOYENNE GENERALE =
2.889

MOYENNES FACTEUR 1
= Bloc

1 (Bloc1)	2 (Bloc2)	3 (Bloc3)
3,233	2,5	2,933

MOYENNES FACTEUR 2 = Variété

1 (MAADAM)	2 (LAHMAR)	3 (MRINI)	4 (SEFRI)
3,4	2,444	3,2	2,511

MOYENNES FACTEUR 3 = ConCn

1 (C4000)	2 (C3000)	3 (Ctemoin)
2,867	3,083	2,717

MOYENNES INTER F1*2 = Bloc

Les calculs statistiques faites sur un logiciel

Variété

	1 (Bloc1)	2 (Bloc2)	3 (Bloc3)
1 (MAADAM)	2,933	3,8	3,467
2 (LAHMAR)	2,2	1,6	3,533
3 (MRINI)	5	1,867	2,733
4 (SEFRI)	2,8	2,733	2

MOYENNES INTER F1*3 = Bloc
ConCn

	1 (Bloc1)	2 (Bloc2)	3 (Bloc3)
1 (C4000)	3,4	2,4	2,8
2 (C3000)	3,35	2,55	3,35
3 (Ctemoin)	2,95	2,55	2,65

MOYENNES INTER F2*3 = Variété
ConCn

	1 (MAADAM)	2 (LAHMAR)	3 (MRINI)	4 (SEFRI)
1 (C4000)	3,8	1,8	3,067	2,8
2 (C3000)	3,333	2,6	3,467	2,933
3 (Ctemoin)	3,067	2,933	3,067	1,8

Les calculs statistiques faites sur un logiciel

MOYENNES INTER F1*2*3 = Bloc Variété

ConCn

	F1 =1 (Bloc1)				F1 =2 (Bloc2)				F1 =3 (Bloc3)			
	1 (MAADAM)	2 (LAHMAR)	3 (MRINI)	4 (SEFRI)	1 (MAADAM)	2 (LAHMAR)	3 (MRINI)	4 (SEFRI)	1 (MAADAM)	2 (LAHMAR)	3 (MRINI)	4 (SEFRI)
1 (C4000)	5,2±3,37	0,8±1,53	4,2±2,11	3,4±1,25	3,6±2,17	0,4±0,97	2,2±1,13	3,4±1,15	2,6±0,58	4,2±3,07	2,8±1,67	1,6±1,03
2 (C3000)	1,4±2,04	2,8±3,07	5,6±4,75	3,6±1,41	4,2±2,99	1,8±0,80	1,8±2,22	2,4±1,53	4,4±4,14	3,2±2,62	3±1,35	2,8±2,52
3 (Ctemoin)	2,2±2,11	3±2,33	5,2±1,63	1,4±1,62	3,6±1,72	2,6±1,23	1,6±2,05	2,4±1,92	3,4±3,28	3,2±1,15	2,4±0,84	1,6±1,57

--	--	--

MOYENNES BLOCS

= BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)	5 (b5)
3	2,583	3,333	3,361	2,167

Les calculs statistiques faites sur un logicielle

PUISSANCE DE L'ESSAI

FACTEUR 1 : Bloc

			RISQUE de 1ere ESPECE		
ECARTS	ECARTS		5%	10%	20%
En %	V.Absolue		PUISSANCE A PRIORI		
5%	0,14		6%	11%	22%
10%	0,29		9%	16%	28%
			PUISSANCE A POSTERIORI		
	Moyennes observées		32%	68%	80%

Les calculs statistiques faites sur un logicielle

FACTEUR 2 : Variété

			RISQUE de 1ere ESPECE		
ECARTS	ECARTS		5%	10%	20%
En %	V.Absolue		PUISSANCE A PRIORI		
5%	0,14		6%	11%	21%
10%	0,29		7%	14%	25%
			PUISSANCE A POSTERIORI		
	Moyennes observées		68%	78%	88%

Les calculs statistiques faites sur un logicielle

FACTEUR 3 : ConCn

			RISQUE de 1ere ESPECE		
ECARTS	ECARTS		5%	10%	20%
En %	V.Absolue		PUISSANCE A PRIORI		
5%	0,14		6%	11%	22%
10%	0,29		9%	16%	28%
			PUISSANCE A POSTERIORI		
	Moyennes observées		12%	20%	32%

Les calculs statistiques faites sur un logicielle

INTER F1*2 : Bloc-
Variété

			RISQUE de 1ere ESPECE		
ECARTS	ECARTS		5%	10%	20%
En %	V.Absolue		PUISSANCE A PRIORI		
5%	0,14		5%	10%	20%
10%	0,29		5%	11%	21%
			PUISSANCE A POSTERIORI		
	Moyennes observées		97%	99%	99%

INTER F1*3 : Bloc-
ConCn

Les calculs statistiques faites sur un logiciel

			RISQUE de 1ere ESPECE		
ECARTS	ECARTS		5%	10%	20%
En %	V.Absolue		PUISSANCE A PRIORI		
5%	0,14		5%	10%	20%
10%	0,29		6%	11%	21%
			PUISSANCE A POSTERIORI		
	Moyennes observées		28%	40%	67%

INTER F2*3 : Variété-ConCn

Les calculs statistiques faites sur un logicielle

			RISQUE de 1ere ESPECE		
ECARTS	ECARTS		5%	10%	20%
En %	V.Absolue		PUISSANCE A PRIORI		
5%	0,14		5%	10%	20%
10%	0,29		5%	11%	21%
			PUISSANCE A POSTERIORI		
	Moyennes observées		66%	77%	88%

Les calculs statistiques faites sur un logiciel

INTER F1*2*3 : Bloc-Variété-ConCn

			RISQUE de 1ere ESPECE		
ECARTS	ECARTS		5%	10%	20%
En %	V.Absolue		PUISSANCE A PRIORI		
5%	0,14		5%	10%	20%
10%	0,29		5%	10%	20%
			PUISSANCE A POSTERIORI		
	Moyennes observées		98%	99%	99%

COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

INTER F1*2 : Bloc-Variété

Les calculs statistiques faites sur un logicielle

NOMBRE DE MOYENNES	2	3	4	5	6	7	8	9
VALEURS DES PPAS	1,604	1,923	2,111	2,244	2,346	2,43	2,499	2,559
	10	11	12					
	2,612	2,659	2,701					

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0 3.0	Bloc1 MRINI	5	A	
2.0 1.0	Bloc2 MAADAM	3,8	A	B
3.0 2.0	Bloc3 LAHMAR	3,533	A	B
3.0 1.0	Bloc3 MAADAM	3,467	A	B
1.0 1.0	Bloc1 MAADAM	2,933	A	B
1.0 4.0	Bloc1 SEFRI	2,8	A	B
3.0 3.0	Bloc3 MRINI	2,733	A	B
2.0 4.0	Bloc2 SEFRI	2,733	A	B
1.0 2.0	Bloc1 LAHMAR	2,2		B
3.0 4.0	Bloc3 SEFRI	2		B
2.0 3.0	Bloc2 MRINI	1,867		B
2.0 2.0	Bloc2 LAHMAR	1,6		B

Les calculs statistiques faites sur un logicielle