

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université 20 Août 1955 Skikda

Faculté des Sciences

Département des Sciences Agronomiques



Filière : Sciences Agronomiques

Option : Amélioration
des plantes

Mémoire de fin d'études :

En vue de l'obtention du diplôme de Master II en Agronomie

Thème :

L'étude de l'avocatier et la possibilité de sa culture en Algérie

Présenté par :

- Mll Tlilani Norane
- Mll Farah Rayane
- Mll Ghedira mezded Ines

Membres de Jury :

Mr :Hanachi Abd al hakim	(MCB)	Président	Université du 20 Août 1955 – Skikda
Mr :Boulchefar Mouhamed	(MAA)	Examineur	Université du 20 Août 1955 – Skikda
Mme : Larbi Djamil	(MCA)	Promoteur	Université du 20 Août 1955 – Skikda

Année universitaire : 2021-2022

Remerciements

Nous voulons adresser tous nos remerciements aux personnes qui nous ont aidés pour la rédaction de ce mémoire.

Nous adressons des remerciements tout particuliers à notre encadreur madame Larbi Djamila qui a rendu possible ce travail de mémoire en nous faisant profiter de ses vastes connaissances et de son expérience.

Nous remercions tout au Monsieur Nakoub qui s'est tenu sur notre travail pratique et nous a fourni de nombreuses informations qui ont contribué à la réussite de nos expériences sur le sujet de notre mémoire.

Nous remercions profondément Monsieur Hanachi Hakim de nous avoir fait l'honneur d'accepter de présider le jury de soutenance.

*C'est pour nous un grand honneur de voir examiner ce travail par
Monsieur Boulchfar Mohamed*

Nos sincères remerciements vont également à la station ITAFV, dirigée par la directrice Madame Meryame Baye, qui a contribué au succès de ce travail.

Notre sincère gratitude s'adresse aux professeurs aux enseignants du département des sciences agronomiques et aux membres de staff d'administration.

A decorative graphic of a scroll with a light green border and three grey circular accents at the top corners. The word "Dédicaces" is centered on the scroll.

Dédicaces

Dédicaces

Je remercie Allah, qui ma donnée la force et le courage pour réaliser ce travail et terminer mes étude.

*A mes chers parents, **Farah benzahra** et **Ahcen** pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études, A mes chères sœur **Hazar** et **Danya Hanifa***

*A mon seul frère **Ahmed Abd elillah**, je leur souhaite tous le succès du monde.*

*A feu mon grand-père **Abd Alhamid Ben Zahra**.*

*A tous les membres de la famille **Tlilani** et **Benzahra** et spécialement ma petit tante souhir*

*A mes agréables amies **wafa** et **rayen** pour être toujours à mes côtés,*

Une spéciale montions à mes collègue de master II Amélioration des plantes

Merci d'être toujours là pour moi



Tlilani Norane



Dédicaces

Je remercie Allah, qui ma donnée la force et le courage pour réaliser ce travail et terminer mes étude.

*A mes chers parents, a ma défunte mère **chettah laila** ,si dieu le veut c'est elle qui m'a appris que donner n'a pas de limites la femme qui raccourcit toutes les femme
Ma chère mère, la bougie qui a brulé pour m'éclairer le chemin de mon vie à ma mère mon amour qui souhaitait et souhaitait que tu sois à mes côtés le jour de ma soutenance , mais le destin me la arraché , merci maman , tu es immortelle dans mon cœur, A mon père **Farah boudjema** ,qui a travaillé dur et fait tous les efforts et ma soutenu financièrement et moralement et de tout ce qu'il pouvait , A ma sœur **Amani** A mon seul frère **Hachem** , je leur souhaite tous le succès du monde.*

Amon fiancé

*A feu mon grand-mère **Khaldi Fatima***

A tous les membres de la famille Chettah spécialement mes cousins

*A mes agréables amies **ASSala, Norane , Amina, Khadija**, pour être toujours à mes côtés,*

Une spéciale montions à mes collègue de master II Amélioration des plantes

Merci d'être toujours là pour moi



Farah Rayane



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail accompagné d'un profond amour :

A celle qui m'a arrosé de tendresse et d'espoirs, à la source d'amour

*Incessible, à la mère des sentiments fragiles qui m'a béni par ses prières... ma
mère.*

A mon support dans ma vie, qui m'a appris et m'a dirigé vers le succès. Mon père.

*A ma chère sœur **Rayane** qui m'a encouragé pour reprendre les études, pour ses
soutiens moral et conseils précieux tout au long de mes études.*



Ghedira mezded Ines

TABLES DE MATIERES

Liste des Tableaux	
Liste des Figures.....	
Liste des Abréviations.....	
Introduction.....	01

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1. LES TROPICAUX (EXOTIQUES)

1.1 Généralités	04
1.2 Les différents fruits exotiques	04
1.3 L'avocatier dans le monde	10
1.4 Les pays exportateurs d'avocatier dans le monde	11
1.5 Les principaux pays importateurs de la CEE	13
1.6 L'avocatier en Algérie	17

CHAPITRE 2. ETUDE DE L'AVOCATIER

2.1 L'avocatier (<i>Persea americana</i>)	18
2.2 Historique	18
2.3 Taxonomie	18
2.4 Classification botanique	20
2.5 Morphologie	20
2.6 Floraison et pollinisation	23
2.7 Les différentes races de l'avocatier.....	24
2.8 Les variétés de l'avocatier	25
2.9 Exigences climatiques	28
2.10 Exigences édaphiques	29

CHAPITRE 3. LA MULTIPLICATION DE L'AVOCATIER

3.1 La sélection génétique d'avocatier.....	33
3.2 La multiplication de l'avocatier.....	35

3.2.1 La multiplication par voie sexuée	36
3.2.2 La multiplication asexuée	38
• Le greffage	39
• Le bouturage	43
• Le marcottage.....	44
• les cultures de tissus in Vitro.....	44
3.2 La plantation	44

CHAPITRE 4. LES MALADIES ET RAVAGEURS DE L'AVOCATIER

4.1 Les maladies causées par les champignons	47
4.2 Les ravageurs de l'avocatier	49
4.3 Les pires maladies de l'avocat.....	51
4.4 Les méthodes de lutte contre les maladies de l'avocatier	54

CHAPITRE 5. LES BIENFAITS DE L'AVOCATIER

5.1 Les bienfaits nutritifs	67
5.2 L'huile d'avocat	75
5.3 Toxicité chez l'avocat	78
5.4 Les bienfaits économiques.....	80

PARTIE EXPERIMENTALE

1. Lieu d'étude	83
2. Matériels et méthodes.....	83
3. Résultats et discussion.....	89
4. Conclusion	91

Liste des tableaux

- **Tableaux 01** : Classification botanique de L'avocatier (*Persea americana*)20
- **Tableaux 02** : Valeurs nutritionnelles et caloriques de l'avocat
(100 g d'avocat).....69
- **Tableaux 03** : Teneur en huile des diverses variétés d'avocats77

Liste des figures :

○ Figure01 : des fruits exotiques et tropicaux	04
○ Figure02 : Le Feijoa	05
○ Figure03 : le kiwi	05
○ Figure04 : L'ANANAS	07
○ Figure05 : litchi	07
○ Figure06 : La noix de coco	08
○ Figure 07 : La goyave	08
○ Figure 08 : La papaye	09
○ Figure 09 : La mangue	09
○ Figure 10 : les pays fournisseurs de la saison d'été	12
○ Figure 11 : Principaux pays importateurs de la CEE	13
○ Figure 12 : Arbre de l'avocat (jardin botanique université Skikda)	22
○ Figure 13 : Feuilles de l'avocat (jardin botanique université Skikda)	22
○ Figure 14 : Fleurs d'avocat (jardin botanique université Skikda)	23
○ Figure 15 : Fruit d'avocat	23
○ Figure 16 : La floraison et pollinisation d'avocatier	24
○ Figure 17 : L'avocatier classique	25
○ Figure 18 : L'avocatier Hass	26
○ Figure 19 : L'avocatier Ettinger	26
○ Figure 20 : Variété Lula	27
○ Figure 21 : Taches d'anthracnose sur écorce de fruits	47
○ Figure 22 : Verticilliose	48
○ Figure 23 : Symptômes de pourriture sur tronc d'un avocatier	49
○ Figure 24 : Le tigre de l'avocatier	49
○ Figure 25 : Stenoma catenifer	51
○ Figure 26 : Tâche noire	53
○ Figure 27 : Mildiou	54
○ Figure 28 : Flétrissement du laurier	56
○ Figure 29 : le Franklino thripsoriza bensis	58
○ Figure 30 : Mouches des fruits	59
○ Figure 31 : Mouches blanches	65
○ Figure 32 : Phytophthora cinnamomi	66
○ Figure 33 : l'avocatier	67
○ Figure 34 : Carte géographique de la wilaya de Skikda	83
○ Figure 35 : Sécateur	84
○ Figure 36 : Serre	84
○ Figure 37 : Substrat de tourbe	84
○ Figure 38 : Greffoir	84

○ Figure 39 : différentes opération de greffage d'avocatier au niveau du jardin botanique (université)	86
○ Figure 40 : différentes opération de greffage l'œil dormant 6d'avocatier au niveau du jardin botanique (université).....	87
○ Figure 41 : Différentes opération de marcottage aérien d'avocatier au niveau du jardin botanique (université)	87
○ Figure 42 : Différentes étapes de bouturage d'avocatier	88
○ Figure 43 : Résultat du greffage	89
○ Figure 44 : Résultat du greffage L'œil dormant	89
○ Figure 45 : Résultat de marcottage aérien.....	90
○ Figure 46 : Résultat de bouturage	90

Liste de l'abréviation

- IFAC : Institut de formation, d'animation et de conseil est une association reconnue d'intérêt général
- IRFA : Institut de Recherches sur les Fruits et Agrumes tropicaux
- CEE : Communauté économique européenne
- CEC : Capacité d'échange cationique
- ITAFV : Institut Technique de L'arboriculture Fruitière et de la Vigne
- LgE : Les immunoglobulines <<E>>
- E : Evaporation
- C ° : Degré celsuce
- K g : Kilogramme
- m : Mètre
- % : Pourcent
- T : Température
- P : Pluviométrie
- Cm : Centimètres
- g: Gramme

Introduction

. L'avocat est originaire du Mexique, où il était déjà consommé par les Mésoaméricains il y a 8 000 ans. Importé en Europe par les Espagnols au XVIIe siècle. En Europe, il était considéré comme un produit de luxe, mais en Amérique, où il était extrêmement courant, on le qualifiait souvent de « beurre du pauvre ».

Il est notamment cultivé pour ses fruits, les avocats, riches en lipides bon pour la santé humaine. L'avocatier est un arbre de taille moyenne qui peut atteindre vingt mètres de hauteur.

Cependant, il mesure en général environ dix mètres. Sa cime est ample et touffue, son tronc est recouvert d'une écorce grisâtre et crevassée. Les feuilles sont alternes, elliptiques, entières, à bords lisses, acuminées elles mesurent 20-30 cm sur 10-15 cm, la base est pointue, la face ventrale est vert foncé, brillant, les nervures sont vert clair, la face dorsale est terne, glauque clair à blanc, les feuilles juvéniles, légèrement violacées, sont duveteuses. Le pétiole fait 3-5 cm. Elles tombent tous les ans, mais après que l'arbre a déjà formé son nouveau feuillage annuel : l'arbre reste donc vert en permanence. Ses fleurs sont hermaphrodites successives et mesurent de 5 à 10 mm .Le fruit, l'avocat, est en forme de poire (piriforme) ou ovoïde ou rond, de 7 à 20 cm de longueur, pesant de 100 à 1 000 g.

L'avocat est, d'un point de vue botanique, une baie à un seul pépin, et non une drupe car l'endocarpe est charnu. Il a une grosse graine centrale ovale de 3 à 5 cm de long. Les fruits des variétés les plus couramment commercialisées ont la taille d'un gros citron (150 à 250 g), mais il existe aussi des variétés plus grosses (plus de 1 kg) ou miniatures : avocats-cornichons. Alors que les inflorescences comptent chacune un grand nombre de fleurs, généralement un seul fruit ou seulement quelques-uns se développent sur chacune.

Des grappes bien fournies sont exceptionnelles.

L'avocat est relié à la branche par un pédoncule plus ou moins long, formé en fait de l'axe de l'inflorescence, élagué de tous les autres pédoncules floraux.

Il existe plus d'une dizaine de variétés d'avocats couramment commercialisées, dont la Fureté et *la Hass*. Les avocats grossissent sur l'arbre, où ils peuvent rester plusieurs mois, mais ils ne peuvent commencer à mûrir qu'une fois cueillis. Ce phénomène particulier appelé "tree-factor" (facteur arbre) est causé par des substances d'inhibition qui sont transmises au fruit par les feuilles de l'arbre qui le porte. L'avocat est donc nécessairement aussi un fruit climactérique dont le mûrissement après détachement de l'arbre est associé à la libération d'éthylène.

Sa couleur varie de vert à vert-brun et il renferme une graine. Sa grosseur évoque celle d'un noyau, alors qu'elle est en réalité biologiquement un pépin. La chair de l'avocat est très grasse.

L'avocat est un fruit originaire des régions tropicales. Il est considéré comme un fruit de

Grande valeur nutritionnelle et sans goût. Ce qui rend son exploitation réduite généralement à la consommation à l'état frais.

Dès sa découverte au continent américain en 1492, les européens constatèrent la présence de l'avocatier depuis le nord du Mexique jusqu'au Pérou (Hodgson, 1950). Puis, au cours des XVI et XVII siècles, l'avocatier est propagé dans plusieurs pays notamment le Venezuela, les Antilles et le Chili. Au Brésil, la culture d'avocatier n'est apparue qu'à partir de 1925. A l'extérieur de la grande masse du continent américain, les premiers avocatiers sont apparus à Hawaï 1825 (HODGSON, 1950), en Malaisie et aux Philippines vers 1900 (Labourne, 1934).

En Europe, il était considéré comme -un produit de luxe mais en Amérique, où il était extrêmement courant, on le qualifiait souvent de « beurre du pauvre ». Aujourd'hui, les avocats que l'on trouve sur les étals français proviennent principalement des Antilles, d'Afrique, d'Australie, d'Espagne (ITAFV, 2018).

Dans le bassin méditerranéen, notamment en Algérie, il a été introduit en Algérie et tout particulièrement t au Jardin d'Essai d'Alger par HARDY dès 1865, rencontrent en de nombreuses Stations du Sahel algérien des conditions écologiques favorable à leur développement. Les espèces fruitières « *Persea americana* » et « *Persea americana drymifolia* » qui font l'objet d'une culture importante aux 'Etats-Unis manifestent cette adaptation et méritent une étude plus poussée de leur comportement en vue de préciser leur intérêt économique éventuel dans le verger nord-africain (Gaillard et Godefroy ,1987).

Dans les autres pays cette opération a été plus tardive.

L'avocat se multiplie par différentes méthodes de multiplication asexuée ou végétative : greffage, bouturage, marcottage et culture de tissu, le greffage est la technique la plus couramment utilisée pour l'avocatier, mais, aussi, pour les autres espèces fruitières arbustives tropicales. La multiplication de l'avocatier est assez simple par la méthode du semis malgré le fait qu'il est possible également de la faire par le bouturage.

Depuis 2017 et d'après l'expérience d'un enseignant chercheur de l'Université de Skikda, La première expérience de plantation d'avocat, à Collo, dans la wilaya de Skikda, est couronnée de succès. Un prélèvement de boutures des plants de l'avocatier du jardin de l'Université de Skikda ont

été transplantés à Collo, pour savoir si cet arbre s'adapte au climat de cette région, caractérisée par un écosystème spécial et un taux d'humidité assez conformes aux particularités et aux exigences des arbres tropicaux, en particulier les avocatiers. Une adaptation remarquable a été observée chez ce fruit avec le climat du bassin méditerranéen.

Notre travail a été initié dans le cadre de sauvegarde des espèces exotiques de l'Université de Skikda, en effet, juste 03 arbres d'avocatiers sont disponibles.

Une première étape a été consacrée pour une synthèse bibliographique et une deuxième partie a porté sur un essai de multiplication de cette espèce au niveau du jardin de l'Université.

Des investigations ont été menées sur le terrain en collaboration avec l'ITAFV de E chiche et l'expérience dans ce domaine de l'enseignant chercheur de l'Université de Skikda M. Foufo (Exotic fruit box,2022).

Chapitre I
LES TROPICAUX (EXOTIQUES)



Figure02. Le Feijoa

Le Kiwi : Le kiwi ou Actinidia est une liane origine chinoise. Elle fut abord répandue dans le monde comme plante ornementale. Pour accroître l'exportation vers l'Amérique, les responsables du marketing en Nouvelle Zélande décidèrent en 1953 d'appeler ce fruit un peu exotique « Kiwi », nom ; un oiseau qui est emblème de ce pays. Actinidia de Chine, groseille de Chine, souris végétale, tous ces termes ont amené des confusions chez le public. Le genre Actinidia (du grec aktin), « rayon », en raison des divisions du style persistant au centre du fruit et disposées comme des rayons d'une roue, a été introduit en Algérie la première fois en mars 1980 à la station expérimentale de ITAFV de Boufarik (Fig 03), (ITAFV, 2018).



Figure 3 .L'Actinidia (le kiwi)

L'Ananas : Les Indiens d'Amérique centrale cultivaient l'ananas bien avant que Christophe Colomb ait découvert le Nouveau Monde ; ils l'appelaient nana-nana, est-à-dire « le parfum des parfums ». Les Portugais le baptisèrent ananas, tandis que les Anglais, qui lui trouvaient une allure de grosse pomme de pin, l'appelèrent pine-Apple. L'ananas faillit bien rater son entrée en Europe, le

premier spécimen que goûta Charles Quint étant pourri... Le souverain eut un mouvement de recul qui faillit bien condamner sans appel ce fils des tropiques.

Il se répand avec l'extension des voies maritimes : il apparaît en 1548 en Martinique, vers la fin du XVI^e siècle en Asie, un siècle plus tard dans toutes les régions tropicales. C'est en 1702 que Louis XIV déguste un ananas obtenu dans les serres du château de Choisy-le-Roi, pour satisfaire, semble-t-il, un caprice de Madame de Maintenon.

Seul fruit d'origine typiquement américaine avec le figuier de Barbarie, l'avocat et les grosses fraises de Virginie et du Chili -, l'ananas est planté dans toutes les régions tropicales ; mais une part substantielle de la production mondiale provient des îles Hawaï. Aujourd'hui, les conserves de fruits ou de jus d'ananas sont concentrées entre les mains de moins de dix compagnies multinationales qui exercent leur quasi-monopole.

L'ananas est un fruit très singulier : la plante ressemble à un aloès ou à un agave, avec ses longues feuilles crantées, incurvées, imbriquées, charnues. De la rosette de feuilles centrales émerge, la troisième année, une tige épaisse portant de nombreuses fleurs sans pétiole, bleuâtres, étroitement serrées les unes contre les autres et surmontées par une couronne de petites feuilles. Le fruit de chacune de ces petites fleurs est une baie généralement stérile ; ces baies sont coalescentes entre elles et avec l'axe de l'inflorescence, également charnu et sucré. Une telle association de fruits densément regroupés est baptisée syncarpe (ensemble de fruits sou-dés) à ne confondre ni avec Polycarpe, nom d'un saint évêque de Smyrne, ni avec carpophore (porteur de fruits), nom de l'appareil sporifère des champignons, qui pourrait désigner aussi l'axe central de l'inflorescence des ananas !

L'ananas contient de 10% à 15% de sucre ainsi que des vitamines A, B et C. Il est très digestible, grâce à une enzyme qu'il contient en grande quantité : la broméline, ferment digestif comparable à la papaïne. Mais cette broméline est détruite à ébullition et donc absente des conserves ; on ne la trouve que dans l'ananas frais. Elle est utilisée comme vermifuge, surtout contre les ascaris. Il faudrait donc logiquement consommer les fruits frais, de préférence aux conserves.

Naturellement, la présence de broméline a conduit à classer l'ananas dans la catégorie des fruits qui font maigrir. Ce fait n'est pas avéré et les diététiciens ne sont pas d'accord à ce sujet.

Mais on imagine fort bien quelques tranches d'ananas frais accompagnant un repas frugal (Fig04),(Bonnassieux, 1987).



Figure 4. Fruit de L'Ananas

Litchi : le litchi, l'une de précieuses cultures fruitières, est originaire des régions méridionales de Chine où il été cultivé et doit son origine au Kwantung et du fuki (Tao, 1955, Ochse et al. 1961).

Le Litchi de chine (Litchi chinensis), ou plus simplement Litchi ou (Letchi), est un arbre fruitier de la famille des Sapindaceae, qui produit le fruit comestible du même nom qui provient du cantonais « Lai Zi ». Apparemment, il a atteint la Birmanie et l'est de L'Inde à la fine du 17ème siècle ou peu de temps après (Hayes, 1957).

Par la suite, il a fait son chemin vers le Bengale à la fin du 18 ème siècle (Fig 05),(Goto, 1960 ; Liang, 1981).



Figure 5. Le Litchi

La Noix de Coco : la noix de coco se compose d'une coque épaisse brune et poilue. Elle contient une chair blanche et croquante ainsi qu'un nectar, l'eau de coco. Elle est particulièrement riche en vitamines, fibres, et calcium. Sa valeur énergétique représente 365 calories pour 100

grammes, car riche en acides gras. Le plus grand producteur de noix de coco au monde est L'Indonésie avec 17 128 595 tonnes en 2019 (Fig06).



Figure 6. La Noix de Coco

La Goyave : La goyave est un fruit tropical riche en vitamine C et très frais. Il en existe deux types connus en France : en forme de poire, avec une belle chair rose et un bon goût sucré : en forme de pomme, avec une chair ferme, rose saumon et au parfum musqué. De nouveau, L'Inde est le plus grand producteur au monde (Fig 07).



Figure 7. La goyave

La papaye : la papaye est issue du papayer, arbre originaire du Mexique. L'Inde abonde la grande majorité de la production mondiale avec plus de 6 050 000 tonnes ! Sa chair a une jolie couleur orangée et contient des petites graines. On recense 3 principales variétés : la solo 8 (chair jaune orange) , la Sunrise (chair rouge) et L'Amazon Red chair rouge intense (Fig 08).



Figure 8.La papaye

La mangue : la mangue est le fruit du manguier originaire des forêts d'Inde elle contient un gros noyau et un chair jaune juteuse on compte de nombreuses variétés (Fig 09).

(omarchefrais,2021)



Figure 9. La mangue

1.3 L'avocatier dans le monde

Origine géographique : malgré les difficultés de déterminer l'ère d'origine précise des espèces de *Persea* cultivés, en raison de l'existence de nombreuses populations sauvages et d'une certaine imprécision dans la classification botanique, à l'époque des premières recherches de systématique, engagées au cours des années 1934-1935 les spécialistes s'accordent pour en fixer l'origine dans les régions d'altitude d'Amérique Centrale, particulièrement au Mexique et au Guatemala. La datation au carbone de noyaux fossiles découverts dans les vallées de Tehuacan et de Daxaca au Mexique donne comme estimation : 7 à 8 000 ans avant J.C. ; ceux trouvés dans la Moche Valley, au Pérou, datent de 1 500 à 2 000 ans avant J.C. ; ces fossiles semblent avoir pour origine le centre-est du Mexique.

Historique de la diffusion : dès la découverte du nouveau monde en 1492, les Européens constatèrent la présence de l'avocatier cultivé depuis le nord du Mexique jusqu'au Pérou. Bien qu'il existe une race antillaise, elle n'a jamais été trouvée à l'état spontané aux Antilles. L'avocatier a été décrit pour la première fois en 1510, par le géographe espagnol Martin Fernandez de Enciso, dans son livre *Suma de Geografia* parus à Séville en 1519. Les arbres qu'il décrit auraient été observés dans la région de Santa Marta en Colombie. Les «conquistadors» ont largement contribué à la diffusion de l'avocatier hors de la vaste région occupée autrefois par les peuples Mayas et Aztèques. A partir de ces zones, les Espagnols ont propagé l'avocatier au cours des XVI^e et XVII^e siècles au Venezuela, aux Antilles, au Chili, à Madère et aux Canaries. On cite, par ailleurs, que l'avocatier aurait été introduit dès 1450 par les Incas.

Les Français l'implantent à la Réunion, à Madagascar et en Martinique au XVIII^e siècle. En Afrique, la diffusion a été assurée à la fin du XIX^e siècle par les Portugais, les Espagnols, les Allemands, les Anglais et les Français.

Les introductions aux Etats-Unis (îles Hawaï, Floride, Californie), à partir du Mexique, datent de la première moitié du XVIII^e siècle. En Californie, la diffusion a été, essentiellement, faite par les Pères franciscains.

En Malaisie et aux Philippines, l'introduction de l'avocatier est signalée vers 1900 et au Brésil vers 1925.

Dans le Bassin Méditerranéen, la diffusion est plus récente à l'exception de l'Algérie où elle daterait du milieu du 18^e siècle. Il n'est signalé au Maroc qu'à partir de 1931 et les premiers avocatiers greffés

sont plantés en Corse en 1956 par l'IFAC devenu, par la suite, IRFA (Institut de Recherches sur les Fruits et Agrumes tropicaux).

En Afrique de l'ouest francophone, la culture des variétés greffées, sélectionnées aux Etats Unis, est développée sous l'impulsion de l'IFAC à partir des années 1950. C'est dans ces mêmes années que la culture des variétés commerciales se développe en Israël en Afrique du Sud et en Australie.

En Espagne, cette culture se développe beaucoup plus tard ; à partir de 1970. La principale région productrice est le sud de la péninsule ; les îles Canaries ont, également, développé la culture de l'avocatier mais les tonnages produits ne représentent que 10 à 15 % de la production espagnole.

Aires de culture de l'avocatier dans le monde

L'aire de culture s'est très largement étendue hors des limites de la zone d'origine du genre *Persea*. En effet, on trouve, actuellement, l'avocatier cultivé plus ou moins intensivement de part et d'autre de l'équateur, jusqu'à une latitude proche de 43°. D'après les estimations de la production d'avocats publiées par la FAO pour l'année 1990, les principaux pays producteurs sont les suivants : Mexique, U.S.A., République Dominicaine, Brésil (320 à 115 000 t) ; Colombie, Indonésie, Haïti, Venezuela, Zaïre, Chili (80 à 40 000 t) ; Salvador, Israël, Cameroun, Afrique du sud, Guatemala, Espagne, Pérou, Costa-Rica, Congo, Philippines, Australie, Madagascar (38 à 20 000 t). On remarquera que le Guatemala, l'un des pays d'origine de l'avocatier, n'est que le quinzième pays producteur mondial.

Soixante-seize pour cent des fruits sont produits sur le continent américain, contre 11 p. cent en Afrique, 9 p. cent en Asie, 2 p. cent en Europe et en Océanie.

1.4 Les pays exportateurs d'avocat dans le monde : la Palestine est le premier pays exportateur du monde ; son commerce est axé, surtout, vers la CEE pour 80 %, le solde étant exporté vers les autres pays d'Europe. La production israélienne pour la campagne 1991/1992 est estimée à près de 70 000 t, dont 55 000 t seront exportés sur l'Europe et, principalement, sur la France. Les plantations se situent, pour près de la moitié d'entre elles en Galilée, de la frontière Libanaise jusqu'au sud de Gaza et représentaient en 1989, 11 300 hectares. En 1986, ces trois variétés représentaient 90 % de la production totale, avec la proportion suivante : 28, 38 et 24 %. Il faut noter que les nouvelles plantations de ces dernières années sont pour 40 % de la variété *Hass*, aussi il est probable que ce soit, actuellement, cette variété qui soit la plus importante.

La République Sud-Africaine a multiplié sa production par 5 depuis 30 ans ; c'est le plus important pays exportateur du continent africain. En 1990, les exportations vers les pays de la CEE ont été de

26 000 t dont 70 % en France, 19 % en Grande Bretagne et 7 % en Allemagne. Les vergers anciens sont, surtout, plantés en Fureté, Edranol (guatémaltèque), et Ettinger. L'avantage de l'Afrique du Sud, du fait de sa situation dans l'hémisphère sud, est de produire à contre saison d'Israël et de l'Espagne. Avec les trois variétés citées, la production s'étale de mai à août-septembre. Une expansion s'est faite ces dernières années avec les variétés *Hass* et *Ryan* (guatémaltèque x mexicain) pour que la récolte s'étale jusqu'en octobre-novembre.

L'Espagne, dont le verger d'avocatiers était, pratiquement, inexistant à la fin des années 1980, a maintenant près de 10 000 hectares dont 1 000 pour les Canaries et 3 000 ha de jeunes plantations non encore entrées en production. Sur la péninsule, l'extension de cette culture s'est faite principalement dans le sud, dans les régions de Grenada et de Malaga (80 % de la production espagnole). Le climat et les sols sont favorables à cette culture. Les 20 % restant se répartissent entre Hueva, Murcia, Cadiz et Almeria. Le développement de la culture de l'avocatier est le fait d'initiatives privées ; les interventions gouvernementales sont rares et les aides financières également.

Entre les campagnes 1983/1984 et 1991/1992, les volumes de production sont passés de 11 000 à 43 000 t. Les prévisions de production à l'horizon 1995 sont de l'ordre de 70 000 t, soit une augmentation sur 5 ans de 230 %, par rapport à la campagne 1990/1991 qui était de 30 000 t. Les exportations sont effectuées en quasi-totalité sur le marché européen.

Cette gamme de variétés permet d'assurer un approvisionnement du marché de l'avocat de septembre à mai. L'Espagne est en concurrence avec Israël quant aux dates de production (Fig 10)

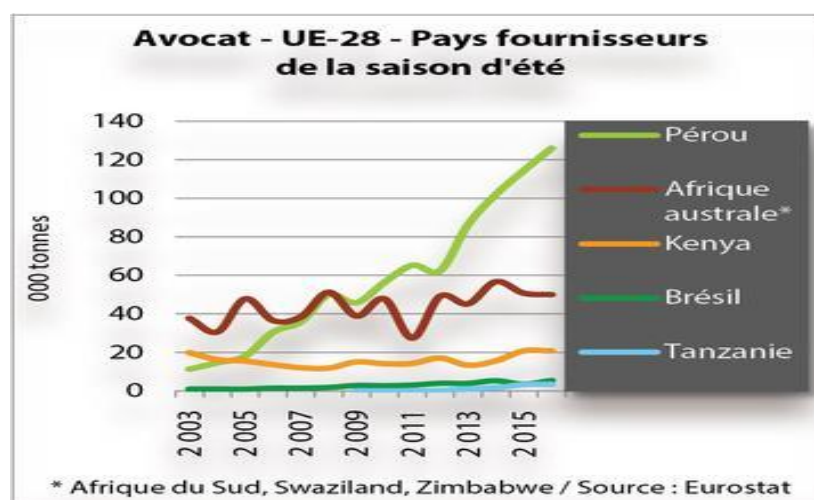


Figure 10 : Les pays fournisseurs de la saison d'été

1.5 Les Principaux pays importateurs de la CEE : La France est le premier pays importateur d'avocats (67 %), suivi de la Grande Bretagne (14 %), de l'Allemagne (8 %) et des Pays Bas (5 %). La France réexporte sur l'Europe et les autres pays de la CEE. Elle est, de loin, le plus gros consommateur d'Europe. L'avocat n'est plus un produit de luxe mais un fruit de consommation courante. La France s'approvisionne, pour plus des trois quarts de ses importations, en Palestine (31 %), République Sud-Africaine (27 %) et Espagne-Canaries (24 %). Treize pour cent, seulement, proviennent du Mexique, premier producteur mondial (Fig 11).

(Gaillard et Godefroy ,1987)

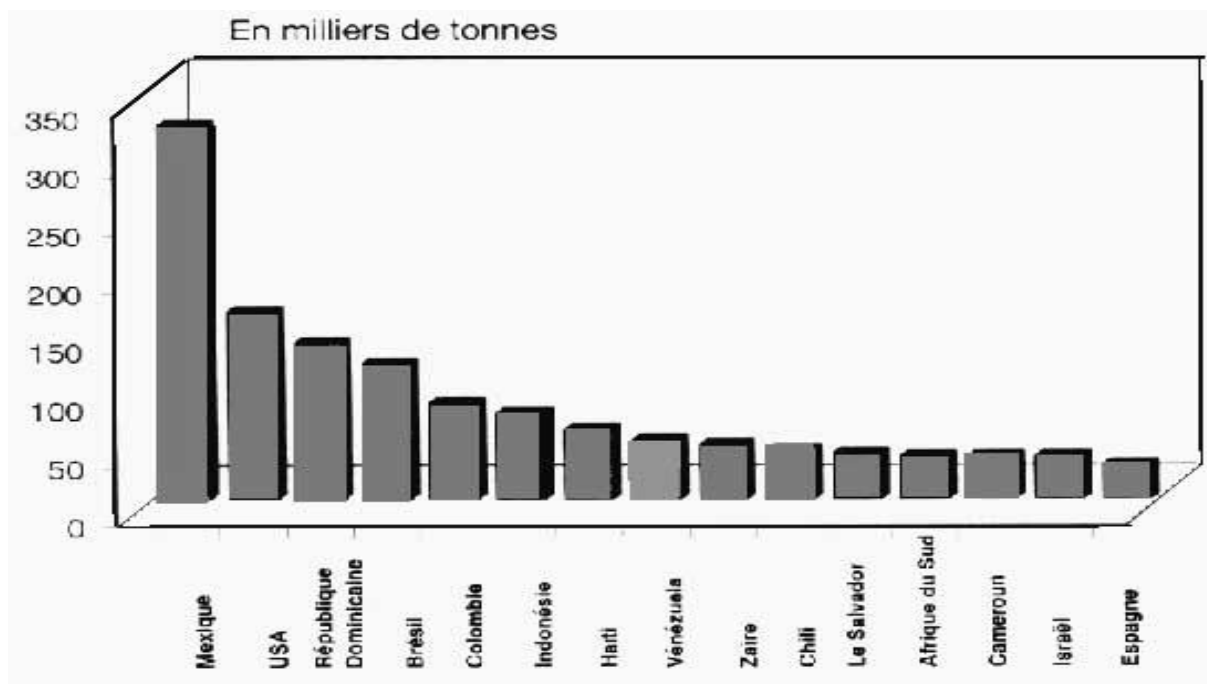


Figure 11 : Les Principaux pays importateurs de la CEE

CONDITIONS DE REUSSITE DE LA CULTURE DE L'AVOCATIER

Plusieurs facteurs limitent l'extension de la culture de l'avocatier dans le Bassin méditerranéen, mais les plus importants sont sans contexte le froid et les chlorures. ° Le froid est le facteur climatique qui gêne le plus la dissémination de la culture dans les régions méditerranéennes. Les différents auteurs qui ont fait part de leurs observations sont toujours restés volontairement imprécis du fait même de la complexité des divers facteurs intervenant sur la résistance au froid des variétés. Cependant, on peut considérer en général que les variétés de race mexicaine ont une résistance à peu près équivalente à celles de l'oranger ou du mandarinier, mais inférieure à celle du clémentinier. Ces arbres ne sont détruits que lorsque les minima enregistrés sous abri sont de l'ordre de -7°C . Comme les citronniers, les variétés de race guatémaltèque semblent ne pas pouvoir résister à -5°C , alors que celles de race antillaise, comme les limettiers vrais, subissent de graves dégâts à -3°C . Les hybrides

ont une résistance intermédiaire (Vogel, 1970). Les jeunes arbres se montrent toujours plus vulnérables que les adultes, aussi est-il préférable de protéger les avocaiers pendant les premières années qui suivent la plantation. Dans les régions où le froid risque d'être le facteur le plus limitant, il importe d'utiliser uniquement des semis de variétés mexicaines comme porte-greffe. Les vents chauds et secs qui sévissent dans certains pays (Khamsin en Israël, Sirocco en Afrique du nord) peuvent détruire une partie des fleurs et faire tomber les jeunes fruits. On peut lutter en partie en établissant de bons rideaux de brise-vent et en augmentant l'hygrométrie grâce à l'irrigation.

(Cadlillat, 1974).

Conditions édaphiques défavorables à l'avocatier

L'avocatier est particulièrement sensible à l'excès d'humidité au voisinage de ses racines. Les sols dans lesquels la nappe phréatique est à faible profondeur ou ceux où cette nappe remonte à certaines époques de l'année, ne sont pas aptes à supporter cette culture. Il faut au contraire choisir des sols bien drainés dans lesquels les importantes précipitations hivernales peuvent s'évacuer rapidement. Les chlorures qui chargent très souvent les eaux d'irrigation et les sols d'Afrique du nord par exemple, sont peu favorables à l'avocatier. Les variétés de race mexicaine sont beaucoup plus sensibles que celles de race antillaise. Cependant on peut noter des différences importantes dans la résistance des semis d'une même variété. Une eau d'irrigation dosant 0,5 g de sel par litre semble être un maximum à ne pas dépasser, même pour les variétés les plus tolérantes. Les premiers symptômes d'excès de chlorures se traduisent par la brûlure apicale des feuilles. Le porte-greffe de race antillaise sont également beaucoup plus tolérants au calcaire que ceux de race mexicaine. Les arbres greffés sur ces dernières chloroses et rapidement et leur végétation devient alors souffreteuse. Dans tous les cas il est préférable de choisir des sols à réaction légèrement acide pour établir un verger d'avocaiers. Le choix du porte-greffe devra donc être fonction de trois facteurs principaux : le froid et la présence ou non de calcaire et de chlorures dans le sol ou dans l'eau d'irrigation.

Systèmes de plantation : l'emplacement des vergers et leur disposition doivent être étudiés pour chaque région. En Afrique du nord et en Israël, où le froid est moins à craindre que dans les pays plus septentrionaux, ce sont les plaines côtières qui jouissent de la condition écologique la plus favorable à l'avocatier. Au contraire, en Corse, on préférera les terrains situés sur les contreforts des collines et les piémonts face à la mer Tyrrénienne. Ces terrains sont à la fois moins gélifs que les plaines et moins exposés aux vents forts. Si en plaine les plantations peuvent être établies de façon régulière, il en va tout autrement sur les terrains en pente sur lesquels les arbres doivent être disposés

en courbes de niveau ou sur des terrasses. La plantation des avocats ne présenterait guère de particularités s'il n'était pas souvent indispensable d'utiliser des variétés pollinisatrices. Ces pollinisateurs sont obligatoires sous les conditions tropicales du fait du phénomène de dichogamie accusée observée chez l'avocatier. Dans les pays plus septentrionaux comme la Corse l'hygrométrie importante et les faibles températures enregistrées lors de la floraison perturbent le cycle floral. Dans ces conditions un arbre isolé peut parfaitement fructifier sans apport de pollen étranger (Lichou et Vogel, 1972). Néanmoins, et pour plus de sécurité, on conseille dans tous les cas la création de vergers poly variétaux groupant des variétés des types A et B. L'apport de ruches dans les vergers au moment de la floraison améliore également la nouaison. (Lichou (J.) et Vogel (R.). 1972.)

Techniques culturales nécessaires à l'avocatier : Un verger d'avocatiers ne peut se concevoir sous le climat méditerranéen que s'il peut être irrigué, pendant la période estivale. En Corse, avec une pluviométrie annuelle de l'ordre de 800 mm, une plantation nécessite de 4 à 5 .000 m³ d'eau d'irrigation par ha en sol travaillé ou désherbée chimiquement et de 5 à 6 .000 m³ lorsque le terrain est partiellement enherbé. Il est déconseillé d'arroser le feuillage, c'est pourquoi l'aspersion sous frondaison est préférée.

L'établissement d'un verger d'avocatiers dans la zone méditerranéenne : doit être précédé d'une bonne préparation d'sol. En général on conseille d'entreprendre un défoncement complet de parcelle à une profondeur de 70 à 80 cm pendant l'été. Une fumure de fond dont l'importance dépendra de la richesse du sol est incorporée au moment du défoncement. La fumure annuelle apportée aux arbres est assez variable. Faute d'une expérimentation suffisante elle est souvent déterminée d'une manière empirique. Malheureusement le diagnostic foliaire de l'avocatier ressemble pas encore avoir fait suffisamment de progrès pour permettre une meilleure estimation des besoins réels de cette espèce fruitière .En Corse on apporte annuellement 1 kg d'azote pur, 0,450 kg d'acide phosphorique pur et 0,250 kg de potasse pure par arbre âgé de dix ans et plus.

En Afrique du nord, sur les terrains calcaires, il est souvent indispensable de lutter contre les carences en oligo-éléments (zinc en particulier) par des pulvérisations foliaires.

La culture d'engrais verts d'hiver est souvent pratiquée et tout au moins pendant les premières années qui suivent la plantation. Par la suite ces cultures sont abandonnées car elles maintiennent entre les arbres une humidité qui peut leur être néfaste.

Dans les terrains en pente, il est souvent conseillé d'enherber la partie centrale de l'interligne de façon à freiner l'érosion. En Corse, c'est la fétuque 'Manade' qui est recommandée. Dans les sols très

caillouteux, il est préférable d'éviter le travail du sol. Dans ce cas on peut, soit désherber chroniquement toute la surface, soit enherber au contraire la partie centrale de l'interligne.

Contrairement aux avocatiers des zones tropicales qui se développent la plupart du temps librement ceux des régions méditerranéennes subissent une taille. Celle-ci consiste à supprimer les branches basses sur les arbres à port retombant ou étalé (Fureté par exemple). Cette pratique facilite l'irrigation et évite la détérioration des fruits au contact du sol. Au contraire sur les variétés à port érigé la tête des arbres est écimée régulièrement. On supprime ainsi les parties de l'arbre les plus exposées au vent et le coût de cueillette est réduit.

Sur les plants cultivés en terrasses, il est souvent nécessaire de tailler en partie les branches qui sont dirigées vers l'intérieur de la terrasse, de façon à faciliter le passage des engins mécaniques.

Variétés cultivées dans le Bassin méditerranéen : Depuis quelques années une évolution a été notée dans le choix des variétés commerciales. D'une part, les variétés à fruits verts (type '*Fuerte*') sont peu à peu supplantées par celles à fruits violets (type '*Hass*'). D'autre part, le nombre des variétés commerciales a tendance à diminuer et à se réduire à 4 ou 5. Lors du choix des variétés à cultiver on doit rechercher à la fois la productivité des arbres et la qualité des fruits. - La productivité d'une variété dépend avant tout de sa plus ou moins bonne adaptation au milieu considéré.

- Le fruit commercial doit être de grosseur moyenne (de 200 à 350 g), à chair d'excellente qualité et non fibreuse et à noyau adhérent de faible grosseur. La couleur et l'aspect de l'épiderme n'ont désormais plus l'importance qu'on leur attribuait voici quelques années et les consommateurs européens sont maintenant habitués aux fruits de couleur violette et à épiderme rugueux ou garni d'aspérité.

C'est notamment le cas des fruits de la variété '*Hass*' qui est en train de devenir la variété la plus cultivée à la fois dans le Bassin méditerranéen et en Californie. Cette variété est d'ailleurs pratiquement la seule qui possède à peu près toutes les qualités que nous avons définies précédemment.

On peut seulement lui reprocher sa faible résistance au froid, ce qui oblige le producteur à lui réserver les situations les mieux protégées.

Toutes les variétés cultivées dans le Bassin méditerranéen donnent des fruits riches en huile (plus de 12 p. cent de la chair). Ce sont ces fruits qui ont actuellement la faveur des consommateurs européens.

En dehors de 'Hass' citons comme principales variétés

- Fureté : excellente, mais parfois trop peu productive
- Nabal : excellente

(Vogel, (R). 1970)

1.6 L'avocatier en Algérie

Plusieurs espèces de « *Persea* » introduites en Algérie et tout particulièrement t au Jardin d'Essai d'Alger par Hardy dès 1865, rencontrent en de nombreuses Stations du Sahel algérien des conditions écologiques favorable à leur développement. Les espèces fructifères « *Persea americana* » et « *Persea americana drymifolia* » qui font l'objet d'une culture importante aux 'Etats-Unis manifestent cette adaptation et méritent une étude plus poussée de leur comportement en vue de préciser leur intérêt économique éventuel dans le verger nord-africain.

De nombreux « *Persea americana drymifolia* » existent au *Jardin d'Essai, caractérisés par l'odeur anisée que dégagent leurs feuilles après froissement.

Ils proviennent de semis obtenus à partir de semences récoltés sur place.

Cette origine explique la diversité des types qu'il est aisé d'observer au moment de la floraison qui débute sur certains individus dès le mois de janvier (des nouaisons ont été notées dans 1~'s derniers jours de janvier) et qui apparaît sur d'autres en février et mars.

Les inflorescences présentent des aspects multiples : axes floraux plus ou moins nombreux, longs et grêles ou plus courts et plus trapus, grappes plus ou moins lâches ou compactes.

Nos observations ont porté sur l'ensemble de cette population et nous prouvèrent que les différences physiologiques de l'évolution florale sont aussi grandes que les différences morphologiques des inflorescences.

En effet, nous n'avons pas constaté de cycles floraux aussi précis que ceux indiqués dans la littérature américaine. Tout au contraire, nous pouvant affirmer que chaque fleur d'une même inflorescence connaît une évolution absolument indépendante de celle de ses voisines.

(Carra et Gueit, 1948)



Chapitre II
Etude de L'avocatier

2.1 L'avocatier (*persea americana*)

C'est *persea americana* Miller et *persea nubigena* L. William, en anglais :avocado, espagnol :aguacate, et portugais :abacte, à famille des Lauraceae (Miriele ;2002).

Venant de l'Amérique centrale, en particulier du Mexique, avocatier est un arbre exotique qui pousse dans les régions subtropicales (Jenuwein ; 1988)

2.2 Historique

L'avocatier (*persea americana*) est un arbre d'origine mésoaméricaine appartenant à la famille des lauracées. L'histoire de ce fruit remonte à avant 10.000 av. J.-C. dans une grotte de Coxcatlán (Puebla), bien que son origine se trouve en Mésoamérique (entre le Mexique et le Guatemala), il est devenu une marchandise importante pour le commerce et un élément chargé de symbolisme religieux. Cependant, si nous remontons beaucoup plus loin jusqu'au temps des dinosaures, ce fruit faisait partie du régime alimentaire de ces géants, mais avec leur extinction, l'avocat était destiné à disparaître aussi sans l'intervention des aztèques. Ce sont eux qui ont commencé à les cultiver qui ont considéré l'avocatier comme un arbre sacré. Les études archéologiques ont déterminé que le travail des Aztèques a été poursuivi par les habitants de Tehuacán, qui les ont cultivés entre 2300 et 1500 avant J.-C. Les espagnols parlent de ce fruit pour la première fois vers 1519, après la conquête, ils ont ramené l'avocat en Espagne vers l'année 1600 et ils ont distribué ensuite le fruit dans d'autres pays européens. Ils ont aussi introduit les fruits dans d'autres pays américains. Au cours des 19^{ème} et 20^{ème} siècles, les avocats les plus consommés provenaient des plantes des races mexicaines et antillaises, plus tard, diverses études ont permis de mettre en œuvre des techniques qui ont permis d'augmenter la production. Parmi ces techniques se trouve la greffe et la découverte d'un avocat qui est appelé avocat « *Fuerte* ». On y retrouve l'origine des premiers vergers avocatiers. Pendant les années 50 à 70, on commence à cultiver différentes variétés d'avocats, comme les avocats *Hass*, *Fuerte*, *Bacon*, *Rinxón*, *Zutano* et créoles, et ce n'est qu'en 1963 que l'on commence à créer des pépinières d'avocats *Hass* destinés à la vente au grand public. Cette variété a été remplacée ensuite par l'avocat *Fuerte* et par d'autres variétés.

2.3 Taxonomie

Les recherches sur l'origine de l'avocatier ont été rendues difficiles du fait d'incertitudes sur la détermination des *Persea* à l'époque des travaux de POPENOE. Dans les années trente. Il faudrait ajouter qu'en 1934, les grandes différences d'appellations vernaculaires entre les diverses régions où les Espagnols ont découvert l'avocatier cultivé compliquèrent la tentative de taxonomie.

Actuellement, les spécialistes de la taxonomie s'accordent sur la classification au niveau de la classe (Dicotylédone), de la famille (Lauracées) et du genre (*Persea*). Au niveau de l'ordre, certains botanistes admettent que le genre *Persea* appartient aux Magnoliales, alors que d'autres le classent dans les Ranales. Une majorité considèrent que les variétés cultivées appartiendraient à deux espèces : *Persea americana* et *Persea nubigena*.

1. *Persea americana* Miller (synonyme *P. gratissima* Gaertn) qui est subdivisé en deux sous-espèces :

a) *P. americana* Miller var. *americana* qui serait le type originel de la race antillaise (West Indien Avocado)

b) *P. americana* Miller var. *drymifolia* (Schlecht et Cham.) qui serait le type originel de la race mexicaine (Mexican Avocado).

Ces deux *Persea* ont leur habitat naturel dans la zone 1700 à 2 000 mètres des Chiapas du Mexique et du Guatemala et aux mêmes altitudes en Equateur.

2. *Persea nubigena* L. Williams est, également, subdivisé en deux sous-espèces :

a) *P. nubigena* L. Williams var. *nubigena*, qui est le type spontané de la race guatémaltèque découvert par Popenoe dans les Chiapas du Mexique.

b) *P. nubigena* L. Williams var. *Guatemalensis*, qui est le type sélectionné de la race guatémaltèque.

Une dizaine d'autres espèces de *Persea* observées en Amérique Centrale et du Sud sont citées dans la littérature ; la poursuite des explorations dans les zones d'origine de l'avocatier permet de penser que d'autres types de *Persea* Pourraient L'étymologie du mot Avocat, Avocado en anglais et en italien, Aguacate en espagnol, Abacate en portugais, Advogado ou Avocato en allemand, provient, probablement, de «Ahuacate», utilisé au XVII e siècle par les Espagnols, qui l'avaient eux-mêmes emprunté au dialecte Aztèque «Ahuacatl» ou encore «Avocatl» (Gaillard et Godefroy ,1987).

2.4 Classification botanique

L'avocatier (*Persea americana*) est une espèce d'arbres fruitiers de la famille des Lauracées, ordre des Laurales, plusieurs variétés sont connues pour cette espèce Avocatier (*Persea americana*.) (Tab.1).

Règne	<i>Plantae</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Ordre	<i>Lurales</i>
Famille	<i>Lauraceae</i>

Tableau 1. Classification botanique de L'avocatier (*Persea americana*)

(Chalabi, 2014)

2.5 Morphologie

- **Les racines** : comme pour la majorité des plantes, le développement du système racinaire de l'avocatier dépend beaucoup du sol, du climat et des techniques culturales. Du point de vue du sol, les racines se développent d'autant plus en profondeur que les horizons pédologiques sont moins différenciés, que le sol a une bonne structure, une faible cohésion (meuble), une faible résistance à la pénétration et qu'il est profond. Le climat intervient, surtout, vis-à-vis de l'humidité du sol. Dans les régions où le sol est humide en surface toute l'année ou une grande partie, les racines ont tendance à se développer superficiellement, surtout si le drainage est imparfait. Parmi les techniques culturales qui ont une influence, on peut mentionner : le travail du sol (ex labour, dimensions du trou de plantation), l'irrigation, la fertilisation appliquée en surface et le paillage. Les trois dernières pratiques citées favorisent un développement des racines dans l'horizon supérieur. Dans la majorité des cas, les racines des avocats sont, dans une forte proportion localisées dans les 25 à 30 premiers centimètres de sol mais, quand il n'y a pas d'obstacle physique à leur pénétration, en profondeur, elles peuvent se développer jusqu'à plus de 1 mètre de profondeur

A l'île de la Réunion, dans une terre à texture argileuse, des avocatiers de 5 ans ont une très forte proportion de racines dans les 30 premiers centimètres et sont présentes jusqu'à 60 cm ; latéralement, les plus longues racines mesurent 5 mètres.

En Afrique du Sud, DURAND et CLAASSENS (1987), décrivent, selon les profils pédologiques, des enracinements différents. La densité racinaire est homogène sur 90 cm de profondeur quand le sol est lui-même homogène du point de vue de la texture et de la structure. En revanche, dans un sol où les horizons supérieurs (A) et sous-jacent (B) ont des textures (argile : 9 % et 20 %) et des structures différentes, la majorité des racines sont localisées dans les 30 centimètres supérieurs ; la densité racinaire est faible de 30 à 60 cm et très faible de 60 à 90 cm. Dans les deux cas, les arbres ont des racines latérales de 6 mètres de longueur.

L'un des auteurs qui a étudié l'enracinement d'avocatiers adultes dans divers sols, au Cameroun, en Côte d'Ivoire et en Martinique, observe dans la plupart des profils culturaux une concentration des racines des avocatiers dans l'horizon supérieur (15/20 cm). Dans quelques sols où les profils pédologiques sont homogènes, la densité racinaire est moins hétérogène, entre l'horizon supérieur et les horizons sous-jacents (30 à 100 cm). Les profondeurs maximales de la présence de racines sont un peu supérieures à 1 mètre.

Ces quelques exemples ont été présentés pour montrer que l'avocatier, comme d'autres arbres fruitiers, n'avait pas un système racinaire «type», tel que décrit dans certains ouvrages sur cette espèce, mais que le développement des racines dépendait, beaucoup, du profil pédologique. Si, dans la majorité des cas observés, l'enracinement est superficiel, il existe des sols dans lesquels les racines se développent en profondeur jusqu'à plus d'un mètre de profondeur.

- **Arbre** : De taille moyenne, il peut atteindre quinze mètres de hauteur. Cependant, il mesure. En général environ dix mètres. Sa cime est ample et touffue. Son port est très variable suivant les variétés et selon le processus de multiplication. Les arbres de semis ont une forme érigée Orthotrope (verticale), due à une forte dominance apicale. Les arbres greffés ont un port pouvant prendre différents aspects : érigé (var. Lula), en boule (var. Peterson), en gobelet (var. Collinson), En pyramide (var. Zutano), son tronc est recouvert d'une écorce grisâtre et crevassée (Fig 12).



Figure 12 : Arbre de l'avocat (jardin botanique .université Skikda)

• **Feuilles :** Les feuilles alternées de 12 à 25 cm de longueur sont simples, ovales et de couleur vert foncé, coriaces, entières, acuminées ; de vert clair au stade juvénile, elles deviennent vert foncé brillantes à l'âge adulte. Elles tombent tous les ans, mais après que l'arbre a déjà formé son nouveau feuillage annuel : l'arbre reste donc vert en permanence (Fig 13).



Figure 13 : Feuilles de l'avocat (jardin botanique, Université Skikda)

• **Fleurs :** Mesurent 5 à 10 mm Jaunâtres à verdâtres, hermaphrodites elles sont portées par des particules axillaires ou terminaux (Fig.14).



Figure 14 : Fleurs d'avocat (jardin botanique .université Skikda)

• **Inflorescences** : Comptent chacune un grand nombre de fleurs, généralement un seul fruit ou seulement quelques-uns se développent sur chacune. Des grappes bien fournies sont exceptionnelles.

L'avocat est relié à la branche par un pédoncule plus ou moins long, formé de l'axe de l'inflorescence, élagué de tous les autres pédoncules floraux.

• **Fruit** : Est une grosse baie (En forme de poire), de 7 à 20 cm de longueur pesant de 100 à 1 000 g. Il a une grosse graine centrale de 3 à 5 cm de diamètre (Fig.15). Le fruit grossit sur l'arbre où il peut rester plusieurs mois mais il ne mûrit qu'une fois cueilli (Fruits climactériques). Par rapport au poids total du fruit, les variations pour chaque partie sont approximativement :

- Peau : 9 à 15%.
- Noyau : 8 à 24%.
- Pulpe : 63 à 77 %



Figure 15. Fruit d'avocat

2.6 Floraison et pollinisation

Les fleurs de l'avocatier sont hermaphrodites. L'initiation florale se produit environ 02 mois avant la floraison. La période de floraison est variable en fonction de la variété et du climat. A l'âge adulte,

l'avocatier peut porter plus d'un million de fleurs mais moins de 1 % de celles-ci arriveront au stade de nouaison.

La fleur de l'avocatier présente des caractéristiques très nettes, les organes mâles et femelles d'une même fleur ne sont pas fonctionnels simultanément. Chaque jour, deux séries de fleurs s'ouvrent sur un même arbre. Une première série s'ouvre le matin sans donner de pollen ; elle est au stade femelle ; vers midi, les fleurs se referment et s'ouvrent une deuxième fois l'après-midi du jour suivant ; elles émettent alors du pollen mais ne sont plus fécondables : elles sont donc mâles et le soir elles se referment définitivement. Elle est appelée groupe A. Inversement, les variétés dont les fleurs s'ouvrent la première fois l'après-midi en étant fonctionnellement femelles et la deuxième fois le lendemain matin en étant fonctionnellement mâles sont appelées groupe B (Fig 16).

(ITAFV, 2018).

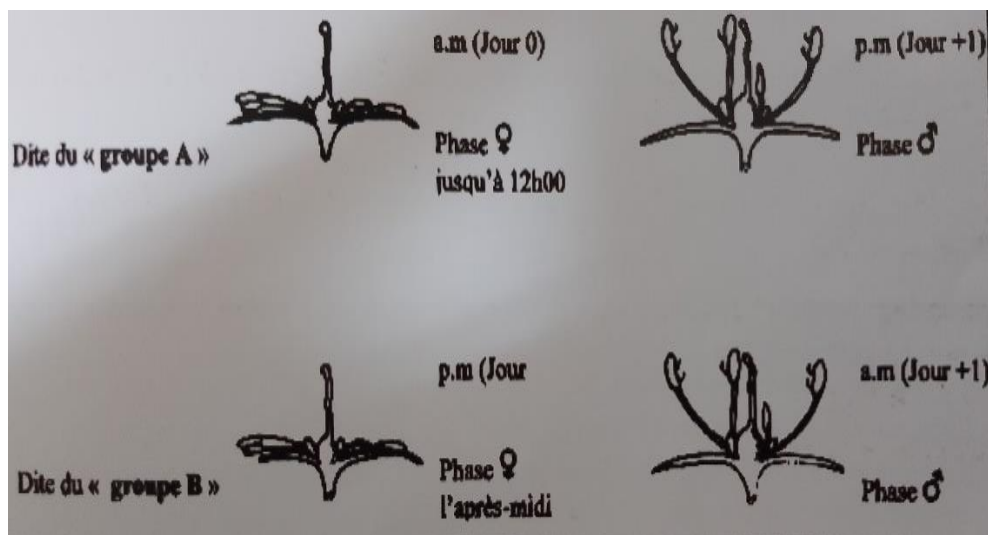


Figure 16 :La floraison et pollinisation d'avocatier

2.7 Les différentes races de l'avocatier

Il existe trois grandes races d'avocatiers dont la classification s'appuie sur trois espèces et sous-espèces différentes :

- **Race mexicaine (*Persea americana* var. *drymifolia*)** : elle est originaire des hautes terres mexicaines. Ses feuilles ont une odeur caractéristique d'anis. Les fruits ont un taux d'huile élevé (supérieur à 15 %). En revanche, leur petite taille et la fragilité de leur épiderme très fin limitent les possibilités de commercialisation en frais. La race mexicaine a des aptitudes agronomiques intéressantes, notamment en termes de tolérance aux températures basses et au *Phytophthora* (elle est

en revanche très sensible à la salinité). Elle est donc utilisée comme porte-greffe (Duke notamment) ou comme géniteur dans des programmes d'hybridation.

- **Race guatémaltèque (*Perseanubigena var. guatemalensis*)** : elle est originaire des hautes terres du Guatemala et du Chiapas (Mexique). Cette race a des aptitudes intéressantes en termes de résistance au froid (même si elles sont inférieures à celles de la race mexicaine). Les fruits ont aussi des atouts recherchés par les généticiens. Leur taille est très variable, mais généralement plus élevée que celle des variétés de race mexicaine. Parai leurs, leur noyau est de taille modérée et leur épiderme est épais, très dur et verruqueux. En revanche, leur teneur en huile est moyenne (de 10 à 15 %). *Le Hass* est issu d'un croisement entre les races guatémaltèque et mexicaine.

- **Race antillaise (*Perseaamericana var. americana*)** : comme son nom ne l'indique pas, cette race serait originaire de Colombie. Elle est sensible au froid (ne supporte pas les températures inférieures à -2°C) et à l'aridité, mais tolère mieux que les autres la salinité. Elle est particulièrement bien adaptée aux régions tropicales humides. Les fruits sont gros (400 à 900 g) et plutôt fragiles. Leur épiderme est mince (0.8 à 1.5 mm), lisse, luisant et de couleur vert tendre, jaune ou rougeâtre à maturité. La pulpe est aqueuse est pauvre en huile (< 8 %). Lenoyau est souvent non adhérent à la pulpe et gros.

2.8 Les variétés de l'avocatier

On connaît plus de 220 variétés d'avocatiers dont le quart sont des hybrides des différentes races. Bien entendu, toutes ces variétés ont des intérêts divers, aussi nous limiterons nos descriptions à celles les plus intéressantes sur le plan commercial

- L'avocatier classique : ayant une forme allongée, mat et de couleur vert sombre, *le Fuerté* est un avocatier classique qui tient ses origines de Palestine. L'avocatier est un arbre fruitier peu rustique. Il résiste difficilement au gel. Il est d'ailleurs surtout cultivé au Mexique. Veillez à ce que les conditions climatiques et l'exposition soient optimales avant de le planter (Fig 17).



Figure 17. L'avocatier classique

- **L'avocatier *Hass*** : Cette variété d'arbres est reconnue pour sa peau granuleuse qui donne une couleur brune une fois arrivée à maturité. L'avocatier *Hass* est sans doute la variété la plus connue dans le monde. La variété *Persea americana Hass* peut atteindre jusqu'à 7m de haut. Les grands amateurs de cette variété y retrouvent un léger goût de noisette dans ses fruits.

Essentiellement d'origine Guatémaltèque, fruit ovale de taille moyenne (150 à 350 g, avec un goût de noisette, appréciée par le marché en raison de sa couleur de peau foncée (lorsqu'il est mûr), faible susceptibilité à l'antracnose, bonne performance post récolte (transport et stockage), sa teneur en huile est d'environ 25%, résistante à certaines maladies de peau, exige une bonne nutrition des sols et une alimentation en eau, convient à des climats plus frais car une chaleur extrême couplée à une faible humidité peut donner des fruits plus petits, peut être plantée en grands blocs car auto pollinisatrice, les jeunes pousses sont vert clair et sans marques, quand on les écrase, les feuilles ont peu d'odeur (Fig 18).



Figure 18. L'avocatier *Hass*

- **L'avocatier *Ettinger*** : de race guatémaltèque et mexicaine, l'*Ettinger* est identique au fruit du *Fuerte*. Riche en organoleptique, cet avocat présente une pulpe fondante. La peau de cet avocat est plus lisse. *Le Persea americana Ettinger* est une variété plus rustique qui se plaît d'avantage dans nos régions tempérées. Les fruits de l'avocatier *Ettinger* ont la peau lisse, fine et brillante d'un beau vert tendre (Fig 19).



Figure 19. L'avocatier *Ettinger*

- **L'avocatier Lula** : cultivé en Martinique et au Brésil, le Lula pèse environ 1 kg à maturité. Il s'agit sans nul doute du plus gros avocat que l'on puisse trouver. *Le Persea americana* Lula peut supporter des hivers assez rigoureux. L'avantage est que sa période de récolte est plus longue que celle des autres variétés. L'avocatier 'Lula' offre de plus gros fruits que ceux des autres variétés (Fig 20).



Figure 20 : Variété Lula

■ D'autres variétés d'avocatier

Bacon. Ne vous détrompez pas, la particularité de cette variété d'avocat est précisément son faible contenu de graisse.

Carmen. D'aspect similaire et avec une pulpe semblable au *Hass*, ce type d'avocat est reconnaissable par la saveur caractéristique de sa chair, qui rappelle les noix.

Variété «mini» qui conserve sa saveur et son onctuosité, sans noyau, ce qui le rend très facile à consommer. Pour l'instant, les avocats nains ne sont pas faciles à trouver en Espagne.

Esther. C'est une autre variété du *Hass*, avec sa pulpe onctueuse et sa peau rugueuse.

Ettinger. Variété exquise à la peau lisse avec une bonne teneur en graisse.

Fuerte. C'était la variété la plus consommée avant l'apparition du *Hass*. Étant une variété plus délicate et moins résistante au froid, elle a cédé sa position de leader comme variété d'avocat la plus consommée. Elle conserve toutefois une honorable seconde place.

Gem. Si sa pulpe très onctueuse n'est pas une raison suffisante pour le déguster, la peau de ce type d'avocat ne noircit pas.

Hass. On dit qu'il s'agit du meilleur type d'avocat. Quoi qu'il en soit, il est indéniable que la simplicité de sa culture et ses bonnes caractéristiques font du Hass le roi du marché.

Lamb Hass. Plus grand et plus lourd que l'avocat Hass, il lui ressemble fortement. C'est le dernier arrivé.

Maluma. Il vient juste d'arriver parmi les avocats, c'est un type originaire d'Afrique du Sud, sa saveur délicate est surprenante.

Nabal. Sa peau dure conserve le fruit en parfait état pendant plus longtemps et sa faible teneur en graisse font de l'avocat Nabal un choix très gourmand.

Negra de la cruz. Cette variété est caractérisée par sa peau lisse.

Pinkerton. Originairepelstin, cette variété possède une pulpe très savoureuse qui séduit les palais.

Reed. C'est un fruit rond de saveur caractéristique. Il est en train de gagner des parts de marché, grâce à sa floraison tardive, sa culture est plus facile que celle du Hass.

Zutano. Il est résistant au froid, ce qui fait que sa culture soit moins risquée. Sa pulpe n'a pas autant de qualité que d'autres variétés, ce qui fait qu'elle n'ait pas une grande demande sur le marché.

(Willemse,4 mai 2021)

2.9 Exigences climatiques

Comme nous l'avons indiqué au début de cet ouvrage (Aires de culture de l'avocatier dans le monde), cette espèce est susceptible d'être cultivée sous des climats très différents, de l'équateur à 43 degrés de latitude, qui correspond à celle de la Corse dans l'hémisphère nord, et du niveau de la mer jusqu'à 2 500 mètres d'altitude au Mexique, au Guatemala et au Rwanda. D'après Praloran, (1970) et dans une étude sur le climat des aires d'origine des avocatiers, il y a trois races qui ont en commun deux exigences climatiques.

" Une saison sèche marquée, pour induire une bonne floraison. Dans les régions à climat tropical humide, où les saisons sèches sont courtes et peu marquées, les floraisons sont moins abondantes et plus étalées.

" Des températures minimales ne s'abaissant pas au-dessous de 7°C et des températures maximales atteignant au moins 19 et 20°C à l'époque de la floraison, pour que le phénomène de dichogamie, entre les variétés des groupes A et B. se produise sans perturbation.

Le second point, qui ressort de cette étude, concerne le comportement similaire des variétés d'origines mexicaine et guatémaltèque, et au contraire, les différences de réaction des variétés dites antillaises, d'origine colombienne. Les deux premières races citées, ainsi que certains hybrides, ont une bonne résistance au froid. Ces deux races végètent encore normalement dans les climats caractérisés par des températures moyennes modérées ou faibles.

La maturation de leur fruit n'exige pas beaucoup de chaleur. Cependant, leur acclimatation en Californie, au Maroc et en Israël prouve, aussi, leur résistance à de fortes chaleurs.

Au contraire, les variétés antillaises sont, typiquement, des variétés de climat tropical à saison sèche marquée.

Grâce à l'existence de trois races issues, probablement, d'une très ancienne sélection ayant eu pour objet, une adaptation à certains types de climats, les avocatriers offrent une gamme de variétés adaptées à des conditions climatiques très variées, et en conséquence, de nombreuses régions sont favorables à leur culture. Mais, compte tenu de cette diversité, la réussite d'une plantation d'avocatriers dépend, en grande partie, du choix judicieux des variétés et des porte-greffe, en fonction de leurs exigences climatiques.

Avant d'étudier plus en détail l'influence des diverses composantes du climat sur le comportement de l'avocatier, précisons les principales exigences climatiques des trois races qui sont :

" Des besoins en chaleur faibles pour la race mexicaine, moyens pour la race Guatémaltèque, élevés pour la race antillaise.

" Des besoins en eau relativement faibles pour la race mexicaine, moyens pour les races guatémaltèque et antillaise.

" Pour ces trois races, des besoins élevés d'ensoleillement (2 300 à 2 500 heures par an)

2.10 Exigences édaphiques

Le premier facteur à prendre en compte est l'état de **drainage du terrain** : drainages externe et interne. L'avocatier est, avec les agrumes, mais encore davantage, extrêmement sensible à

l'hydromorphie du sol, même lorsque celle-ci est faible et temporaire. Cette sensibilité tient à la présence d'un champignon du genre *Phytophthora*, qui s'attaque aux racines et à la base du tronc. Ce parasite que nous avons, déjà, mentionné dans les pages précédentes, se développe non seulement dans les sols où il y a des caractères d'hydromorphie identifiables à l'observation morphologique du profil (taches rouille ou noires d'oxydoréduction du fer ou du manganèse), mais aussi dans les sols où la macroporosité est faible. Les terres à texture sableuse, particulièrement celles riches en sable grossier, ont les macroporosités les plus élevées. C'est pour cette raison que, dans les régions tropicales, les sols à texture sableuse sont ceux qui conviennent, généralement, le mieux à la culture de l'avocatier. D'autre part, dans la majorité des cas, ces sols ont une perméabilité élevée et se ressayent rapidement après une pluie.

Le second facteur à considérer est la **position topographique**, laquelle interfère, aussi, sur l'humidité et le drainage du sol. Les terrains situés en haut ou milieu de versant se ressayent plus rapidement que ceux situés en bas de versant ou dans les bas-fonds qui reçoivent de l'eau de l'amont (drainage oblique ; éventuellement eaux de ruissellement). La texture sableuse du sol n'est, donc, pas, toujours, un critère de choix suffisant. On préférera les terrains situés en milieu et haut de versant ou sur un plateau plutôt que ceux situés en bas de versant ou dans une dépression. D'autre part, quelles que soient les caractéristiques physiques du sol, il faut éliminer les zones inondables.

Un troisième facteur à prendre en compte est la **profondeur du sol** qui doit être de 1 mètre au minimum mais mieux de 1,50 mètres, afin de permettre aux racines, et, en particulier aux pivotantes, d'exploiter un volume de sol maximum.

La profondeur peut être limitée par un horizon induré (ex. carapace, cuirasse latéritique, tuf calcaire ou volcanique), par la roche mère, par une nappe phréatique temporaire (saison des pluies) ou permanente, par un horizon toxique chimiquement (ex. sels). Indépendamment d'empêcher le développement racinaire, la présence d'un horizon induré ou de roches peut induire de l'hydromorphie, en favorisant la formation d'une nappe d'eau en dessus, dite nappe «suspendue».

Une exception concerne les horizons graveleux ou caillouteux qui limitent la profondeur de terre utile pour les racines, sans pour autant être un obstacle à l'infiltration des eaux pluviales. La présence de graviers (éléments de 0,2 à 2 centimètres) dans une proportion de 10 à 15 % du volume de terre n'est pas un inconvénient majeur. Dans les sols volcaniques, la présence de graviers de ponce (ex. lapillis synonyme : pouzzolane) est même plutôt un facteur favorable car ces éléments grossiers améliorent la perméabilité et la macroporosité du sol.

En résumé, en l'état actuel de la culture de l'avocatier, pour les zones tropicales humides (pluviosité annuelle > 1200 mm) nous conseillons de limiter les aires de culture aux sols à texture sableuse ou sablo-argileuse, avec un drainage externe et interne parfait. Du point de vue climatique, il est préférable de choisir des zones où il faudra irriguer plutôt que des zones où la pluviosité est abondante (> 1 800 mm par an). Précisons que ces conditions écologiques sont définies en fonction des risques d'attaques des racines et/ou des troncs par le *Phytophthora cinnamomi*. Le jour où l'on disposera d'un porte greffe très résistant à ce champignon et que les techniques de multiplication utilisées, actuellement, ou à l'étude permettront la production d'un porte-greffe par voie végétative, à des coûts modérés, le problème se posera différemment (cf. chapitre VI, paragraphe 2). En effet, l'avocatier végète très bien dans les sols à texture moyennement ou fortement argileuse pourvu que ceux-ci aient une bonne structure et drainent correctement.

En ce qui concerne les **caractéristiques chimiques**, l'avocatier, comme la majorité des plantes cultivées, préfère les terres riches en éléments fertilisants. Toutefois, dans la mesure où il est possible de fertiliser, donc de corriger les déficiences du sol, seuls certains éléments à des quantités toxiques pour la plante constituent un facteur limitant majeur pour cette culture. La **toxicité aluminique** ou **manganique** peut être supprimée en élevant le pH au-dessus de 4,5 à 5,0 par des apports d'amendements calciques ou calco-magnésiens, ainsi que par des apports de phosphates calciques. La toxicité due à des excès de sels divers est beaucoup plus difficile à maîtriser. Il existe des techniques d'amélioration des sols salés mais, compte tenu de la très grande sensibilité de l'avocatier aux sels, **il est préférable d'éviter de cultiver cette espèce fruitière dans les sols salés et dans les régions où il est nécessaire d'irriguer, quand les eaux sont salées**. Les deux ions les plus toxiques sont le **chlore** et le **sodium**. Les seuils de toxicité de Cl⁻ dans la solution du sol (extrait de pâte de terre saturée d'eau) sont respectivement de : 5,0, 6,0 et 7,5 mé/l pour les races : mexicaine, guatémaltèque et antillaise. En ce qui concerne le sodium, le degré de saturation en sodium du complexe absorbant (Na échangeable x 100/capacité d'échange cationique ; avec Na et CEC exprimés en mé/100 g de terre), doit être inférieur à 15 %.

Le **bore**, contrairement au sodium, est un élément essentiel à la croissance des plantes. Les besoins sont relativement faibles, aussi les limites entre les seuils de déficience et de toxicité sont étroites. Bien que ces seuils varient selon les types de sol, on peut considérer comme ordre de grandeur des teneurs critiques minimale et maximale : 0,5 à 1,5 mg/kg de terre, pour le bore analysé par la méthode de Berger et Truog (extraction à l'eau bouillante).

Autant il est facile de corriger la carence en bore par des pulvérisations foliaires d'une solution de pentaborate de soude à 0,2 %, à répéter, si nécessaire, 2 à 3 fois en cours de végétation, autant il est

difficile de lutter contre un excès et cela est valable pour tous les éléments. Le lessivage, dans la zone racinaire par un excès d'eau d'irrigation est une technique, à condition que l'eau ne contienne pas du bore en excès. Les autres techniques préconisées sont d'augmenter un peu la fumure azotée et, dans les terres acides, d'apporter de la chaux afin d'accroître le pH du sol, ce qui diminue la solubilité du bore.

Concernant le **pH**, dans les régions tropicales humides, l'avocatier végète bien dans les sols à pH compris entre 5,5 et 6,5 mais ces limites ne sont pas strictes. Il faut, toutefois éviter les sols à pH < 5 car, en dessous de cette valeur, les teneurs en aluminium et en manganèse augmentent. En Israël et en Floride, l'avocatier est cultivé sur des sols calcaires, donc à pH basique. Certains sols à pH trop élevé (pH > 8) peuvent induire des chloroses ferriques. Les porte-greffes les plus tolérants au calcaire peuvent supporter jusqu'à 15 % de CO₃Ca «actif».

3.11 Qualité de l'eau d'irrigation

La principale qualité d'une eau utilisée pour l'irrigation est de ne pas être salée. Dans les régions où il peut exister un doute sur la qualité de l'eau, il est indispensable de faire effectuer des analyses d'eau. La composition d'une eau variant au cours de l'année, il est souhaitable de l'analyser en fin de saison sèche et en fin de saison des pluies.

Le seuil de tolérance de la **conductivité électrique** (EC_w) est de 0,9 dS/m. Une EC_w de 1,7 réduit le rendement potentiel de 25 % et une EC_w de 2,4 de 50 %.

Comme pour le sol, les seuils de tolérance au **chlore** varient selon le porte greffe: race mexicaine 3,3 mé/l, race guatémaltèque: 4,0 mé/l, race antillaise 5,0 mé/l, Pour le **chlorure de sodium**, les auteurs américains et israéliens indiquent les limites suivantes: race mexicaine: 120 à 150 mg/l, race guatémaltèque: 200 à 250 mg/l, race antillaise: 350 à 500 mg/l, Il faut rappeler que l'utilisation de toute eau salée, même faiblement, nécessite de prendre un certain nombre de précautions dans la conduite des irrigations et, dans ce cas, les conseils d'un spécialiste sont recommandés.

En ce qui concerne le **bore**, il est souhaitable que l'eau d'irrigation n'en contienne pas plus de 0,5 à 0,75 mg/l,

La teneur en **fer** doit être, également, prise en compte pour le choix du système d'irrigation. Quand les eaux sont ferrugineuses (> 1 mg/l de Fe) le fer précipite dans les canalisations et colmate les goutteurs et les micro-jets.

Les eaux **calcaires** provoquent des inconvénients similaires dus au dépôt de calcaire, principalement à la sortie des distributeurs. Les solutions techniques pour pallier ce problème sont plus faciles à réaliser et moins onéreuses que pour les dépôts de fer (nettoyage avec des solutions anticalcaire (Gaillard et Godefroy ,1987).

Chapitre III
La multiplication de
l'Avocatier

3.1 La Sélection génétique d'avocatier

Toutes les espèces de Persea sont diploïdes : $2n$ chromosomes = 24.

La sélection de l'avocatier est possible car le matériel végétal disponible présente une grande variabilité génétique.

Les objectifs de la sélection de l'avocatier sont très nombreux. Certains peuvent être considérés comme généraux et entrer dans les préoccupations à des degrés variables de tous les pays producteurs d'avocats comme par exemple la résistance au Phytophthora, la haute productivité, l'absence d'alternance, la qualité de la pulpe (teneur en huile, absence de fibres), la durée de conservation des fruits après récolte; d'autres sont plus spécifiques à des contraintes particulières d'un pays producteur (facteurs édaphiques limitants) ou d'un pays consommateur (calibre des fruits, couleur, etc.).

Les objectifs de la sélection de l'avocatier s'appliquent à trois domaines plus ou moins liés :

- la sélection sur les porte-greffes ;
- la sélection sur les variétés ;
- la sélection sur les caractéristiques du fruit

Objectifs de la sélection

1. Critères de sélection des porte-greffes

Nous nous limiterons à mentionner les objectifs majeurs des sélectionneurs, étant entendu qu'il n'existe pas de porte greffe «miracle», ayant toutes les qualités réunies. Comme, toujours, en agronomie, le choix d'un porte greffe est un compromis entre des caractères intéressants et d'autres moins.

1.2 - Tolérance ou résistance au Phytophthora

Ce champignon qui s'attaque aux racines et à la base des troncs, entraînant le dépérissement des arbres, est un des facteurs limitants majeurs de cette culture, dans de nombreuses régions, particulièrement dans celles à climat tropical humide. Il existe quelques fongicides de lutte efficaces, au moins dans le cas d'attaques de virulence modérée, mais le coût des traitements augmente fortement les frais de culture. Dans le cas de petits vergers de type familial, l'utilisation de ces

fongicides est, rarement, envisageable. La sélection des porte-greffes tolérants ou résistants au *Phytophthora*, particulièrement à *P. cinnamomi* intéresse donc tous les arboriculteurs et constitue une priorité pour les sélectionneurs.

1.3- Tolérance à la salinité

Ce caractère est important dans les régions où les sols et/ou les eaux d'irrigation sont salés car l'avocatier est, avec les agrumes, une espèce très sensible à la salinité. Des résultats positifs ont été obtenus avec des plants de semis de race antillaise.

1.4 - Tolérance au calcaire

L'excès de calcaire, surtout sous la forme dite «active», induit de la chlorose ferrique. Certaines lignées antillaises et leurs hybrides sont, relativement, tolérantes à la chlorose.

1.5 - Tolérance au froid

Ce caractère de sélection revêt toute son importance dans les zones à risque fréquent de gelée. Les premiers résultats de sélection montrent qu'il faut rechercher ce caractère dans la race mexicaine, en rappelant toutefois que le porte-greffe bien lignifié est moins sensible au gel que la variété greffée.

1.6 - Induction d'un effet nanisant

Ce critère de sélection peut présenter un intérêt en zone tropicale humide, où la croissance est rapide et le développement des arbres important, ce qui rend difficile la récolte et la réalisation des traitements antiparasitaires. Les lignées mexicaines apportent une petite contribution à cet objectif

Critères de sélection des variétés

Deux aspects sont à considérer, d'une part les caractéristiques physiologiques de la variété, d'autre part celles des fruits. Comme pour les porte-greffes le choix d'une variété est un compromis entre divers caractères plus ou moins présents, énumérés ci-dessous.

a) Aspect physiologique : facilité de greffage et croissance rapide du greffon ; bonne productivité tout en ayant un développement de la frondaison modéré ; tolérance au froid, à la chaleur et/ou à la salinité selon les conditions écologiques ; tolérance aux attaques des ravageurs et aux maladies cryptogamiques ; précocité de première mise à fruit ; périodes de récolte ; homogénéité de la maturité sur l'arbre ; absence d'alternance.

b) Aspect caractéristique de la récolte et qualité des fruits: facilité de cueillette; calibre, forme et homogénéité; couleur et épaisseur de la peau; résistance aux ravageurs et aux maladies; dimension et adhérence du noyau; maturité homogène de la pulpe et sa couleur; absence de fibres; goût et parfum; haute teneur en lipides, surtout pour les avocats cultivés pour la production d'huile; longue durée de conservation sur l'arbre avant la récolte et après.

Il appartient à l'arboriculteur de choisir, parmi le grand nombre de variétés existantes celles convenant le mieux en fonction des conditions écologiques, de celles du marché et de l'utilisation des fruits consommés frais ou destinés à la transformation.

Méthodes de sélection de l'avocatier

A cause du phénomène de dichogamie, on peut considérer l'avocatier comme une plante allogame, ce qui signifie que les populations naturelles d'avocateurs sont constituées d'hybrides créés à chaque génération par la dispersion aléatoire du pollen. Elles sont, par conséquent, très hétérogènes.

Les principes de la sélection sont ceux utilisés, couramment, pour les diverses espèces fruitières : sélection massale basée sur le phénotype, sélection clonale, sélection après reproduction sexuée, autopolinisation, hybridation, mutations induites par des produits radioactifs ou avec la colchicine (Gaillard et Godefroy, 1987).

3.1 La multiplication de l'avocatier : il est facile de faire germer des graines d'avocats et d'obtenir de jeunes plants d'avocateurs par semis. Il existe deux méthodes.

Germination dans un verre d'eau : Cette méthode facile permet d'assister au développement de la racine et de la jeune pousse en direct. Après avoir récupéré un noyau d'avocat, nettoyez-le à l'eau claire pour enlever les restes de pulpe. Dans le noyau, plantez 3-4 cure-dents à l'horizontale, au niveau du tiers supérieur de sa hauteur, la pointe vers le haut. Pas besoin d'enfoncer les cure-dents trop loin, le principal est qu'ils tiennent. Installez-le pointe vers le haut sur un verre rempli d'eau. Les cure-dents vont lui permettre de se maintenir. La base doit être dans l'eau tandis que la pointe reste hors du verre et de l'eau. Placez-le dans une pièce chaude (autour de 20 °C) sans courant d'air. Maintenez la base dans l'eau au fil des jours et au bout de quelques semaines, vous verrez apparaître une tige (en haut) ainsi qu'une racine (en bas). Le noyau s'est fendu en deux dans le sens vertical. Vous pouvez à présent replanter votre jeune plant d'avocatier dans un pot rempli de terreau léger. Attention de ne pas casser les racines.

Germination dans un pot rempli de terreau :

Préparez un pot d'une vingtaine de centimètre de diamètre avec une couche de billes d'argiles et complétez avec du terreau horticole riche en oligo-éléments. Nettoyez votre graine d'avocatier à l'eau claire pour la débarrasser des restes de pulpe. Enterrez le noyau sur la moitié de sa taille, la pointe vers le haut. Maintenez le pot dans une pièce chaude sans courant d'air à 20 °C.

Au bout de quelques semaines, le noyau va se fendre, c'est le signe que la racine se développe et que le semis a réussi. Quelques semaines plus tard, vous verrez apparaître la jeune pousse. L'avantage de cette méthode est d'éviter de replanter la graine qui a germé, puisqu'on l'installe directement dans un pot. On évite aussi également les risques de mauvaise reprise, mais ils sont relativement faibles.

La multiplication de l'avocatier

La propagation de l'avocatier se fait soit par voie sexuée (semis), soit par voie asexuée dite voie végétative (bouturage, marcottage, greffage, culture de tissus in vitro). Qu'il s'agisse de multiplication sexuée ou asexuée, mais surtout de la seconde, ce travail nécessite une bonne technicité de la part du praticien, technicité qui ne s'acquiert pas, uniquement, dans les livres mais par des stages de terrain, chez un pépiniériste compétent. Il n'est pas possible dans le cadre de ce livre, de traiter ce sujet qui justifie, à lui seul, un ouvrage de ce type (en préparation). Aussi, nous nous limiterons à résumer les différentes techniques de multiplication. L'arboriculteur aura, rarement, intérêt à produire les plants lui-même et aura avantage à les acheter dans une pépinière vendant des plants sains et vigoureux. C'est un mauvais calcul de s'imaginer que de produire son matériel végétal soi-même, revient moins cher que d'acheter des arbres prêts à planter.

3.2.1 La multiplication par voie sexuée : elle est toujours utilisée dans trois situations :

- Dans les pays en voie de développement, pour la création de petites plantations à caractère familial, dont la production est destinée à l'autoconsommation et dont les excédents sont commercialisés sur les marchés locaux ou, encore, servent à l'alimentation du bétail.
- Dans les pépinières diffusant du matériel végétal sélectionné, comme porte-greffe des variétés commerciales greffées.
- Dans les centres de recherches de sélection du porte-greffe et des variétés.
- **Choix des semences (noyaux)**

Si tout le patrimoine génétique de l'espèce ne se transmet pas par voie sexuée, quelques caractères de celui-ci demeurent et, pour cette raison, certains pépiniéristes avertis prélèvent leurs noyaux sur des variétés bien déterminées. Les noyaux doivent provenir de fruits récoltés mûrs sur des

arbres indemnes de viroses connues. Par mesure préventive contre le Phytophthora, il est fortement conseillé de ne pas ramasser des fruits tombés au sol.

- **Conservation et traitement des noyaux**

Il est préférable de réduire le temps de conservation des noyaux. Si pour des raisons diverses il est nécessaire de les stocker quelques mois, il faut, auparavant, les laver à l'eau puis les tremper dans un bain fongicide et les conserver «au sec» dans un endroit sombre et frais (< 20°C). Au-delà de deux à trois mois, la conservation doit se faire dans une enceinte réfrigérée entre 4 et 6°C. Qu'il s'agisse de noyaux stockés ou récoltés récemment, il est souhaitable de les désinfecter avant le semis, par trempage dans un bain d'eau chaude thermostatée à 49-50° C pendant trente minutes. Certains pépiniéristes complètent cette désinfection par trempage dans une solution aqueuse de fongicide.

- **La mise en germination**

Les noyaux sont mis en stratification, en position verticale, l'apex étant à la surface du milieu de semis. Pour favoriser la germination, certains pépiniéristes retirent la pellicule enveloppant le noyau ; d'autres font une incision apicale et basale.

- **Les milieux de semis** : le semis peut être effectué sur différents milieux.
- ✓ **En pleine terre** : deux éventualités sont possibles : en plein champ ou en pépinière.

Le semis en plein champ a l'avantage de ne pas nécessiter de transplantation mais on court de graves risques d'échecs au semis et/ou au greffage (problème d'entretien, de surveillance...). Cette technique est déconseillée pour la création de vergers. Elle peut, toutefois, être utilisée pour planter quelques arbres autour de l'habitation ; dans ce cas, il est conseillé de semer 2 à 3 noyaux en poquets et de ne conserver, ensuite, que l'arbre le plus vigoureux.

Le semis en pépinière en pleine terre est, également, déconseillé, surtout si le sol est hétérogène, lourd, granuleux et/ou caillouteux. Il peut être envisagé dans les sols profonds, meubles, à texture sableuse et quand il n'y a pas de risques que le sol soit contaminé par des champignons parasites. Lorsqu'on utilise cette technique on sème les noyaux à des écartements de 40 x 40 cm, de façon à ne pas avoir à transplanter les plants au stade de la pépinière. Le greffage est effectué sur place et les jeunes arbres sont transplantés au champ à racines nues.

✓ **En bacs de semis, en caissettes ou en pots fabriqués avec du polyéthylène perforé :**

Dans les deux premières techniques, les noyaux sont placés côte à côte ou à une distance de 5 à 10 cm les uns des autres ; dans la troisième on met un noyau par pot. Cette dernière technique permet de supprimer le repiquage. Les noyaux sont recouverts d'une couche de sable, qui après tassement doit laisser voir le sommet.

Ces procédés sont les plus largement utilisés ; ils permettent le contrôle des milieux (substrat, parasites), nécessitent une faible superficie, facilitent les opérations d'irrigation et d'ombrage, permettent, pour les semis en bacs et en caissettes, une sélection des jeunes plants au moment du repiquage. Les milieux utilisés sont très variables d'un pays à l'autre ; ils tiennent compte des substrats dont le pépiniériste peut disposer localement, tels que : sable, terre légère, tourbe, perlite, vermiculite, employés, le plus souvent, en mélange.

Quelle que soit la nature du substrat, il y a deux principes à respecter : le milieu doit être léger et bien filtrant ; il doit être indemne de *Phytophthora*, de *verticillium* et de *symphytes*. Les pépiniéristes qui utilisent de la terre ou du terreau doivent impérativement procéder à une désinfection préalable par voie thermique ou chimique.

• **Le repiquage :**

Il s'effectue quand les plantules ont une vingtaine de centimètres de hauteur. A ce stade, on effectue une première sélection, en éliminant les «seedlings» chétifs ou de mauvaise conformation. Plusieurs techniques sont possibles : repiquage soit en pleine terre, soit en pot ou en conteneur mais seule la seconde est recommandée. Les pots sont fabriqués avec des sachets de polyéthylène noir perforé, d'épaisseur 7 à 10 microns, de diamètre 20 à 25 cm, de hauteur 30 à 40 cm et de volume 10 à 12 litres. Le substrat qui sert pour remplir les pots doit avoir les mêmes propriétés que celui utilisé pour les bacs de semis, c'est-à-dire être filtrant et indemne de parasites animaux ou végétaux. Les conteneurs, fabriqués en plastique «rigide» (épaisseur 1 à 2 mm), sont moins utilisés, car d'un prix de revient plus élevé. Des différentes méthodes de multiplication asexuée ou végétative : greffage, bouturage, marcottage et culture de tissu, le greffage est de beaucoup la technique la plus couramment utilisée pour l'avocatier, mais, aussi, pour les autres espèces fruitières arbustives tropicales.

3.2.2 La multiplication asexuée : des différentes méthodes de multiplication asexuée ou végétative : greffage, bouturage, marcottage et culture de tissu, le greffage est de beaucoup la

technique la plus couramment utilisée pour l'avocatier, mais, aussi, pour les autres espèces fruitières arbustives tropicales

- **Le greffage** : cette méthode permet, non seulement, de conserver les caractères génétiques du cultivar à multiplier mais encore: d'introduire et d'adapter des espèces ou des variétés étrangères sur des espèces locales et, par le biais des porte-greffe, de conférer à une variété des caractères de précocité, de vigueur (ou de nanisme), de tolérance à certains facteurs limitants du milieu tels que: le froid, la sécheresse, l'acidité, l'alcalinité, le parasitisme racinaire, etc...

* **Les porte-greffes de l'avocatier** : on peut considérer, actuellement, que plus de 95 % du porte-greffe sont multipliés par semis, selon les méthodes décrites aux paragraphes précédents. Ce mode de multiplication est utilisé, essentiellement, pour des raisons de facilité, de rapidité et de prix de revient. Il n'en demeure pas moins vrai que cette technique est loin de donner toute satisfaction, aussi, il faut espérer que les recherches en cours sur le bouturage et la culture in vitro, permettront, à moyen terme, la multiplication végétative «commerciale» des porte-greffe d'avocatier. La reproduction par voie sexuée (noyau) est source de disjonction des caractères donc d'hétérogénéité, non seulement au niveau d'une population de porte-greffe déjà fortement hétérozygote mais, également, sur les caractères transmis à des greffons provenant d'une même origine.

«La propagation de l'avocatier se fait soit par voie sexuée (semis), soit par voie asexuée dite voie végétative (bouturage, marcottage, greffage, culture de tissus in vitro).

Qu'il s'agisse de multiplication sexuée ou asexuée, mais surtout de la seconde, ce travail nécessite une bonne technicité de la part du praticien, technicité qui ne s'acquiert pas, uniquement, dans les livres mais par des stages de terrain, chez un pépiniériste compétent. Il n'est pas possible dans le cadre de ce livre, de traiter ce sujet qui justifie, à lui seul, un ouvrage de ce type (en préparation). Aussi, nous nous limiterons à résumer les différentes techniques de multiplication. L'arboriculteur aura, rarement, intérêt à produire les plants lui-même et aura avantage à les acheter dans une pépinière vendant des plants sains et vigoureux. C'est un mauvais calcul de s'imaginer que de produire son matériel végétal soi-même, revient moins cher que d'acheter des arbres prêts à planter.

***Critères de sélection des porte-greffes** : l'ordre d'importance ou la hiérarchisation des caractères recherchés pour les porte-greffes est très variable d'un pays à l'autre, en fonction des contraintes du milieu (climat, sol, parasitisme, qualité de l'eau d'irrigation), des variétés cultivées, des techniques culturales (ex mécanisation de la récolte), des besoins du marché (précocité, calibre, teneur en huile, etc...).

Il est évident qu'il est impossible et, pas toujours nécessaire, de trouver toutes les caractéristiques favorables sur un même porte-greffe ; cependant, des équipes de chercheurs s'efforcent de regrouper quelques caractères prioritaires à leurs pays sur un même hybride ou sur un type de *Persea* nouveau. De cet ensemble, on peut retenir quelques caractères prédominants servant de cadre à la recherche actuelle sur les porte-greffes, parmi lesquels on peut citer :

- la résistance au *Phytophthora cinnamomi* qui est le premier facteur limitant de la culture de l'avocatier dans de nombreux pays : Californie, Mexique, Antilles, Amérique Centrale, Brésil, Afrique du Sud, de l'Est, de l'Ouest et Centrale, l'Australie.

- la résistance à la salinité et au chlore : en Israël, en Californie, au Texas, en Australie.

- la résistance à la chlorose : en Floride et en Israël,

- la résistance au froid : en Californie, en Israël, dans les pays Nord-méditerranéens : Espagne, France (Corse), Italie, Afrique du Nord, en Nouvelle Zélande et dans certains pays d'Amérique du Sud : Uruguay, Argentine, Chili.

- **Porte-greffe tolérants au *Phytophthora cinnamomi*** : les recherches dans ce domaine ont été largement dominées durant ces quarante dernières années par les travaux des chercheurs de l'Université de Riverside en Californie. Un certain nombre de *Persea* originaires d'Amérique latine se sont révélés tolérants au *Phytophthora* mais, malheureusement, tous ces *Persea* sont incompatibles au greffage avec les variétés commerciales de *Persea americana*. Ils ont, cependant, été retenus comme géniteurs dans les travaux d'hybridation. Les chercheurs américains ont mis en évidence que les racines des espèces sensibles au *Phytophthora* sécrétaient une substance qui attire les zoospores de *P. cinnamomi*. En revanche, certaines espèces de *Persea* résistantes produisent une substance toxique : l'acétate de borbonyl, isolé, en particulier, sur *Persea borbonia*. Parmi les sélections mentionnées dans la bibliographie comme les plus performantes actuellement citons : Martin Grande récente appellation : (G 755) et Duke 7 obtenus par croisement de races Mexicaines et Guatémaltèques, ainsi que Toro Canyon et Thomas de race Mexicaine. Ces deux dernières variétés ont été sélectionnées, récemment, dans des vergers en voie de dépérissement (WHILEY et al, 1990). Actuellement, Duke 7 est la plus cultivée et considérée comme la plus performante, alliant une bonne tolérance à *P. cinnamomi* à une bonne productivité et homogénéité des arbres. Mais, malgré les améliorations obtenues avec ces porte-greffes, aucun ne confère une protection absolue contre le *Phytophthora*. La tolérance est due, soit à une capacité de régénérer les racines détruites par le champignon (ex Duke 7), soit à une résistance physiologique qui retarde le développement des lésions (ex Martin Grande). Il faut, d'autre part, noter que le greffage de ces porte-

greffes (clonés) est plus difficile que sur ceux issus de semis «courants». En Californie, le greffage sur ces porte-greffes ne dispense pas de l'utilisation de fongicide dans les vergers d'avocatiers.

- **Porte-greffe tolérants à la salinité et au chlore** : comme nous l'avons étudié au chapitre V : Ecologie, les avocatiers de race mexicaine sont les plus sensibles au chlore et ceux de race antillaise les plus tolérants ; les avocatiers de race Guatémaltèque sont intermédiaires. Concernant la résistance à la salinité et au chlore, les principaux travaux de sélection ont été conduits en Israël, depuis 1960. Une première sélection, parmi une population de plus de 300 types d'avocatiers issus de semis de race antillaise et quelques hybrides : antillais x guatémaltèque, a permis d'isoler un sous-groupe qualifié de «Hard westIndian», dont certains hybrides, issus de cette sélection, ont été multipliés par voie végétative pour créer une tête de clone. Ainsi, «Fuchs 20» s'est révélé le plus tolérant au chlore, greffé avec les variétés «Fuerte» et «Hass». Mentionnons aussi, «Anaheim 3», «Lula 3», «Benik 3116» et «Gvar-Am 13»

- **Porte-greffe tolérants à la chlorose** : certains sols à pH trop élevé ($\text{pH} > 8$) par excès de calcaire peuvent induire des chloroses, notamment par blocage du fer, du zinc et du manganèse, et, aussi, provoquer des déséquilibres cationiques K/Ca ou Mg/Ca. Les trois races d'avocatiers réagissent différemment à la chlorose. Les porte-greffes de race antillaise et certains hybrides sont les plus tolérants, ex : 'Waldin' utilisé en Floride. Les porte-greffes de race guatémaltèque sont les plus sensibles ; ainsi la variété 'Nabal' utilisée autrefois en Israël a été abandonnée dans les régions où les risques de chlorose sont élevés. Les porte-greffes de race mexicaine et certains de leurs hybrides sont généralement de tolérance intermédiaire entre les deux races précédentes. C'est par exemple le cas de la variété 'Lula', hybride mexicain x guatémaltèque.

- **Porte-greffe tolérants au froid** : le problème de la résistance au froid se pose dans certains pays à hiver plus ou moins rigoureux (température inférieure à 0°C) comme la Floride, la Californie, Israël, le Maroc, la Corse, l'Espagne, la Nouvelle-Zélande, le Chili, ou l'Argentine. Dans le cadre de cette collection, destinée, principalement, aux techniciens d'agronomie tropicale, ce sujet ne justifie pas d'être développé. Le lecteur intéressé pourra se reporter à l'ouvrage de J.P. GAILLARD (1987).

- **Porte-greffe nanisants** : l'induction d'un effet nanisant se traduisant par une frondaison moins développée, a pour conséquence des économies sur les coûts de cueillette, de taille, de traitements phytosanitaires et permet d'augmenter la densité de plantation. Des chercheurs Californiens, ont montré que quelques porte-greffes de race mexicaine auraient un certain effet nanisant, tels le 'MT 4', 'Jalna', 'Wurtz' et 'Nowels', de même que le type 'Nahlat' utilisé en Israël et certains *Persea* comme *schiedeana*, *flocosa* et *nubigena*. L'obtention d'arbres «nains» intéresse, surtout, les producteurs des régions tropicales humides où les arbres, du fait de conditions climatiques très favorables à la croissance, atteignent des développements très importants (hauteur : 7 à 8 mètres, diamètre de la frondaison : 8 à 10 mètres). Les recherches sur l'avocatier étant, principalement, conduites aux Etats-Unis, en Israël et, plus récemment, en Espagne, la sélection des porte-greffes sur le caractère «nanisant» est peu étudiée.

Compatibilité entre porte-greffe et greffon : toutes les espèces du genre *Persea* ne sont pas compatibles entre elles. L'incompatibilité peut se manifester à des degrés variables ; elle peut être totale et immédiate ; elle peut être partielle, à savoir que le porte-greffe se développe plus rapidement que le greffon ; inversement le greffon se développe davantage que le porte-greffe et provoque un étranglement et, à terme, la mort de l'arbre, dans certains cas. Une mauvaise affinité rend fragile le point de greffe et il se produit, souvent, des ruptures du tronc à ce niveau.

Les variétés commerciales d'avocat qui appartiennent à l'espèce *americana* (races mexicaines et antillaise) ou *nubigena* (race guatémaltèque), sont compatibles, évidemment, avec les variétés appartenant à la même espèce, ainsi qu'avec d'autres mais pas toutes. Parmi les espèces compatibles avec *P. americana* citons : *aguacate de mico*, *flocosa*, *gigantea*, *longipes*, *nubigena*, *schiedeana*, *melanocarpa*. On notera que *P. americana* et *P. nubigena* sont compatibles entre eux.

- **Les techniques de greffage** : plus encore que la production de plants par semis, les techniques de greffage ne peuvent s'acquérir que par la pratique. Même un greffeur confirmé doit greffer régulièrement pour rester performant et ne pas «perdre la main». Il existe plus d'une dizaine de méthodes de greffage de l'avocatier dont le choix de l'une, plutôt que des autres dépend, beaucoup, des habitudes locales et des préférences ou des aptitudes du greffeur. Nous nous limiterons à une présentation succincte des trois principales **techniques** de greffage de l'avocatier utilisées, actuellement, dans le monde :

- ✓ **La greffe en fente de côté ou «Sidegrafting** : la technique de greffage en fente de côté est l'une des plus utilisées pour la multiplication de l'avocatier. Elle peut s'opérer sur jeunes plants

à 20-25 cm de hauteur mais il est recommandé de le faire sur des plants plus grands, afin de greffer plus haut, entre 30 et 45 cm, à titre de mesure préventive contre les attaques de *Phytophthora* sur le tronc et sur les premières charpentières. Le greffon, d'une dizaine de centimètres de longueur, est prélevé sur une pousse terminale ou non terminale mais ayant des yeux bien gonflés ; il doit être vert et peu aoûté et d'un diamètre voisin de celui du porte-greffe ; après pincement des pétioles, il est taillé en double biseau et encastré dans une fente oblique de 2 à 3 cm de long effectuée sur le porte-greffe.

✓ **La greffe en fente de tête ou «Wedge or Cleftgrafting»** : cette technique de greffage est largement utilisée à la Martinique, en Floride et aux Canaries ; elle permet de greffer des plants très jeunes ; elle présente l'avantage d'avoir des points de greffe solides par une meilleure continuité orthotrope des assises génératrices. Comme pour la greffe anglaise que nous décrirons ci-après, le sujet est rabattu à 15-20 cm au-dessus d'un œil. Le porte-greffe est alors fendu diamétralement sur une longueur de 2 à 4 cm selon la taille du porte-greffe et du greffon. Le greffon, long de 12 à 15 cm, portant trois à quatre yeux, est taillé en double biseau sur 3 à 4 cm et inséré dans la fente du porte-greffe. L'ensemble est ligaturé et mastiqué .

✓ **La greffe à l'anglaise compliquée ou «Whip and Tongue grafting** (: le qualificatif «compliqué» est employé pour distinguer cette méthode de la greffe à l'anglaise simple ou «Whip grafting»). Cette technique implique un rabattage du sujet à 30-40 cm de hauteur et un diamètre identique du porte-greffe et du greffon. Les parties devant entrer en contact sont incisées en biais sur un tiers du biseau, afin d'obtenir deux languettes qui s'encastrent dans les tailles correspondantes.

- **Le surgreffage** : cette technique, qui s'applique à des vergers adultes dont on désire changer la variété, sera étudiée au chapitre VIII. Elle consiste à rabattre les arbres et à greffer, soit directement sur charpentières ou sur tronc, soit sur les repousses émises après le rabattage.

- **Le bouturage** : il consiste à séparer une fraction d'un végétal (racine, tige, feuille, pétiole...) et à la mettre dans des conditions favorables à la rhizogenèse et au débournement d'yeux à bois latents permettant de créer une nouvelle **plante**. Cette technique de multiplication a été expérimentée, puis mise en œuvre dans certaines pépinières pour la propagation de l'avocatier dans le but de pallier l'hétérogénéité des porte-greffes obtenus par voie sexuée. Quand un type d'avocatier a été sélectionné pour un ou plusieurs caractères recherchés, les seules méthodes permettant de fixer cette tête de clone

à usage de porte-greffe sont le bouturage, le marcottage ou la culture de tissus. Parmi ces trois techniques, le bouturage a donné des résultats intéressants et a trouvé des applications en expérimentation et chez quelques pépiniéristes avancés, soucieux de procurer à leur clientèle des scions greffés dont le porte-greffe est parfaitement identifié, conforme et homogène. Plus encore que la production «traditionnelle» de plants, par semis du porte-greffe et greffage de la variété choisie, le bouturage est une technique très délicate ne pouvant être réalisé que par des pépiniéristes spécialisés dans ce mode de multiplication et disposant des infrastructures adéquates. Une description détaillée des méthodes utilisées est donnée dans le livre de J.P. GAILLARD «l'avocatier, sa culture, ses produits» (1987).

En Californie, la Brokaw Nursery produit de l'ordre de 50 000 plants par an, principalement des porte-greffes des variétés Duke 7 et Martin Grande, (Brokaw, 1987). Cette firme utilise une méthode de bouturage, à partir d'un jeune greffon (MOLL et WOOD, 1980). La production de porte-greffe par cette technique est, également, pratiquée en Afrique du Sud et en Israël mais, même dans les trois pays cités, la multiplication par semis de noyaux est, encore, très répandue, comme dans le reste du monde. Dans les pays d'Afrique de l'Est, de l'Ouest et Centrale, ainsi qu'aux Antilles et à la Réunion, aucune pépinière ne produit de porte-greffes obtenus par bouturage.

- **Marcottage** : cette méthode de multiplication consiste à provoquer l'enracinement d'une partie d'un végétal encore rattaché au pied-mère, puis à séparer cette partie une fois enracinée, pour constituer un nouvel individu. Les expériences de marcottage tentées dans divers pays, ont montré que ce procédé de propagation long, difficile et coûteux n'avait pas d'intérêt pratique.

Les cultures de tissus : la technique de la culture de tissus in vitro, largement utilisée pour d'autres espèces fruitières, a fait l'objet de recherches aux Etats-Unis, en Israël, en France, en Espagne, en Australie et en Afrique du Sud. A l'heure actuelle, il n'existe pas de technique sûre et vulgarisable, ayant dépassé le stade expérimental (J. P. GAILLARD et J. GODEFROY Gaillard, 1994).

3.2Plantation : l'avocatier aime chaleur et humidité de l'air. Il préfère une terre bien drainante et humifère. On mélange du terreau à du sable. Il n'aime pas forcément le soleil direct qui a tendance à dessécher son feuillage. De même qu'il sera tenu éloigné de toute source de chaleur. On le multiplie par semis ; la méthode est simple. Le noyau sera placé en position verticale, la pointe vers le haut. On peut le disposer dans un pot avec du terreau en l'enfouissant de moitié. On peut aussi planter trois allumettes ou cure-dents à son tiers inférieur et le poser sur un récipient rempli d'eau. Seul le "cul" sera en contact avec l'eau. Une fois le système racinaire développé, on plantera ce jeune avocatier dans une terre légère.

Les plants sont déposés en mottes dans les trous de plantation. Leur mise en place peut être précoce (Novembre-Décembre) dans les régions non gélives, ou tardive (Mars) là où le froid est à craindre. Une irrigation est nécessaire juste après la plantation. Les distances de plantation sont variables selon la richesse du sol, le climat et surtout le développement futur de l'arbre. Les distances de plantation les plus rencontrées sont 6 mx 5 m, 6 mx 6 m, 7 mx 7 m et 6 mx 8 m.

Les écartements entre les arbres devront tenir compte de leur développement ultérieur, selon les variétés et les conditions climatiques.

- **Travail du sol** : cette pratique a pour but de détruire la végétation adventice. Le travail du sol avec des outils du type pulvérisateur à disques ou chisel, effectuant des façons superficielles doit être limité aux interlignes non colonisés par les racines d'avocatier.

Climatiques.

- **Taille** : la taille de formation n'est pas pratiquée car elle retarde l'entrée en production. La taille d'entretien est recommandée et consiste à supprimer le bois mort et les gourmands.

Quand les arbres deviennent trop grand (hauteur dépassant 4-5 mètres), il est nécessaire de procéder à l'écimage pour faciliter la cueillette. Cet écimage peut être répété chaque année après la récolte. Les tailles seront effectuées avec les précautions d'usage. Toutes les coupes

Pratiquées sur les branches doivent être suivies d'un masticage pour éviter la pénétration des champignons et des insectes.

Fumure : l'azote est l'élément le plus important dans la nutrition de l'avocatier, mais son apport ne doit pas être excessif au risque de réduire la fructification et de stimuler la croissance. Les besoins de l'avocatier en phosphore et en potasse sont minimes alors qu'en magnésium, ses besoins sont supérieurs à ceux des agrumes. Les exportations du magnésium par les fruits sont de l'ordre de 0,2 kg/tonne. Les microéléments les plus essentiels sont le zinc et le fer.

Un programme indicatif de fertilisation, en fonction de l'âge des arbres (en grammes par arbre) est proposé ci-dessous. Il est cependant rappelé qu'il est conseillé de faire des analyses de sol au préalable en vue de connaître la fertilité de son sol et effectuer les corrections nécessaires dès la plantation

- **Irrigation** : les différents systèmes d'irrigations adoptés sont : les cuvettes, sillon ou raie, l'aspersion et la goutte à goutte. La goutte à goutte a donné des résultats très intéressants sur le plan régularité de fructification. Les besoins de l'avocatier étant de 1000 à 1200 mm par an l'avocatier étant sensible aux sels, une eau contenant 100 ppm de chlore doit être utilisée avec précaution.

Nous recommandons l'irrigation au moyen de cuvettes ; l'apport d'eau est effectué avec des tuyaux souples, branchés sur une canalisation fixe ou une citerne. Le tronc de l'arbre ne doit pas être en contact avec l'eau (ITAFV, 2018).

Conclusion

Contrairement à d'autres espèces fruitières tropicales telles que le manguier et les agrumes, le noyau d'avocatier ne contient pas d'embryons nucellaires, ce qui est un problème pour la multiplication des clones de porte-greffe. Actuellement, seule la technique du bouturage est utilisable mais elle n'est pas pratiquée de façon courante par les pépiniéristes, car c'est une méthode qui nécessite beaucoup de technicité et les coûts de production sont élevés. Pour ces raisons, la majeure partie des vergers d'avocatiers sont, encore, plantés avec des arbres dont le porte greffe est obtenu par semis de noyaux. Des recherches sur les cultures de tissus in vitro sont en cours dans plusieurs pays mais, actuellement, ce mode de multiplication végétative est, encore, au stade expérimental. En revanche, la propagation d'une variété commerciale d'avocats ne pose pas de problèmes, les techniques de greffage étant parfaitement au point et connues. Un bon greffeur obtient plus de 95 % de réussite des plants greffés. Dans certaines conditions de culture, par exemple en plantation de type familial ou extensif, l'avocatier de semis peut se justifier. Les qualités gustatives des avocats produits sur des arbres issus d'un semi direct n'ont, souvent, rien à envier à celles des variétés dites «commerciales». Les principaux défauts des avocats récoltés sur des arbres de semis sont d'avoir un noyau non adhérent à la pulpe, donc d'être très «fragiles» au transport et d'avoir un rapport : pulpe/noyau faible. Ces inconvénients sont minimes pour des avocats destinés à être consommés localement et quand la notion de rendement ou de productivité est secondaire. L'important, pour l'agriculteur, est d'avoir des arbres rustiques, qui produiront chaque année des fruits avec le minimum de soins et de dépenses (Gaillard et Godefroy ,1987).

Chapitre IV : les maladies et ravageurs de l'Avocatier

4.1 Les maladies causées par les champignons

- **Anthraxose de l'avocatier** : l'anthraxose de l'avocatier est une maladie provoquée par le champignon *Colletotrichum gloeosporioides*. L'anthraxose est présente sur de nombreux fruits tropicaux en Guyane : le bananier, le maracudja, le manguier et le papayer. Il s'agit principalement d'une maladie dite de post-récolte : les symptômes apparaissent sur les fruits après la récolte. L'anthraxose provoque des nécroses sombres sur la peau des fruits. La chair du fruit pourrit peu à peu autour de la lésion. Le fruit n'est pas pour autant impropre à la consommation mais le goût et la texture originelle du fruit en sont affectés. Les lésions peuvent également apparaître sur le feuillage et sur les tiges de l'avocatier.

Les symptômes d'anthraxose : sont plutôt observés en saison humide. Les spores de *C. gloeosporioides* sont disséminées lors d'épisode pluvieux par le phénomène de splashing. Une fois le fruit contaminé, le champignon reste inactif jusqu'à la maturation du fruit. Au moment de la maturation du fruit, le champignon reprend son développement provoquant alors des pourritures. Sur fruits mûrs, il suffit de seulement deux jours au champignon pour provoquer des dommages au niveau de l'apparence, du goût et de la qualité générale du fruit. Le champignon se conserve aussi très bien d'un cycle à l'autre sur les fruits contaminés restés au sol, sur les rameaux et les feuilles mortes (Fig 21), (Ecophyto, 2018).



Figure 21 .Taches d'anthraxose sur écorce de fruits

Verticilliose : le mycélium* (appareil végétatif du champignon) pénètre à l'intérieur de la plante par les racines puis se diffuse dans les vaisseaux à l'intérieur desquels il prolifère, et ce, jusqu'aux nervures des feuilles et aux inflorescences. En conséquence, la circulation de la sève se trouve gênée et le métabolisme de la plante perturbé. Bien que certaines plantes infectées arrivent à croître sans développer de verticilliose (par compartimentation de la zone infectée), d'autres sont très sensibles à la contamination. Les champignons pathogènes responsables de la verticilliose survivent dans le sol, ou sur des restes de plantes contaminées, plusieurs années (jusqu'à 14 ans) sous une forme appelée micro sclérote, qui se compose de mycélium* compact. Lorsque le micro sclérote entre en contact

avec les racines d'une plante hôte et lorsque les conditions sont favorables (température avoisinant 20°C et sol humide), il germe et produit le mycélium qui se propage dans la plante. *Verticilliumdahliae* produit ensuite de nouveaux micro sclérotés dans les parties contaminées de la plante. Lorsque celle-ci meurt et se décompose, ces nouveaux micros sclérotés sont relâchés dans le sol.

Symptômes et dégâts de la verticilliose

Les premiers symptômes visibles de la maladie apparaissent par secteur, généralement sur les feuilles les plus basses : d'abord de petites taches jaunes entre les nervures sur une partie du limbe qui vont peu à peu s'étendre et se transformer en de larges nécroses brunes. Sur les tiges, des bandes sombres longitudinales peuvent apparaître et le bois des arbres se teinte généralement de brun-rougeâtre. Dans sa globalité, une plante malade peut être atteinte de nanisme, de jaunissement puis de dépérissement. Les premiers symptômes visibles de la maladie apparaissent par secteur, généralement sur les feuilles les plus basses : d'abord de petites taches jaunes entre les nervures sur une partie du limbe qui vont peu à peu s'étendre et se transformer en de larges nécroses brunes. Sur les tiges, des bandes sombres longitudinales peuvent apparaître et le bois des arbres se teinte généralement de brun-rougeâtre (Fig 22).



Figure 22. Verticilliose

Phytophthora cinnamomi

La pourriture des racines de l'avocatier (*Phytophthora cinnamomi*) : est une maladie cryptogamique causée par une espèce de pseudo-champignons oomycètes, *Phytophthora cinnamomi*. Cette maladie, qui est favorisée par les sols mal drainés, est la plus importante sur le plan économique parmi celles qui affectent les cultures d'avocatiers. Elle se manifeste par la pourriture et la mort des radicelles, le flétrissement des feuilles, et finit par entraîner le dessèchement de l'arbre tout entier. Développement rapide de chancre sur les troncs d'avocatiers. Ils sont provoqués par *Phytophthora*

cinnamomi. Des traitements curatifs ont permis de stopper l'attaque. Des différences nettes de sensibilité semblent exister. Cela permet d'envisager la lutte au moyen de variétés résistantes. Côte d'Ivoire (Fig 23).

(Isabelle C,2018).



Figure 23. Symptômes de pourriture sur tronc d'un avocatier

4.2 Les ravageurs de l'avocatier

- **Le tigre de l'avocatier** : Le tigre de l'avocatier, *Pseudacysta perseae* provoque des dégâts sur le feuillage des avocatiers. Les œufs sont disposés en groupe à la face inférieure des feuilles d'avocatier. Ils ont une forme de cheminée qui mesure à peine 1 mm de hauteur quatre stades larvaires se succèdent.

Les adultes mesurent 2 mm de long et sont de couleur noir et jaune. Ils sont facilement reconnaissables à leurs ailes en forme de dentelle. Le cycle complet du tigre dure environ 22 jours.

Dégâts : les larves et adultes réalisent des piqûres de nutrition sur la face inférieure des feuilles et forment ainsi de larges plages nécrotiques qui peuvent ressembler à des dégâts d'antracnose. Notons que les blessures infligées par les tigres peuvent favoriser le développement de certains champignons comme *Colletotrichum gloeosporioides* responsable de l'antracnose de l'avocatier (Fig 24)



Figure 24 : Le tigre de l'avocatier

• **Chenille de la graine de l'avocatier** : *Stenomacatenifer* est un papillon (lépidoptère) dont la chenille est un ravageur de l'avocat. La chenille de la graine de l'avocatier est présente dans la plupart des pays d'Amérique du sud. En Guyane, le premier cas a été répertorié en 2012. La femelle du papillon pond généralement ses œufs sur la peau (l'épiderme) des fruits. Après l'éclosion, la larve se développe préférentiellement à l'intérieur du fruit mais également dans les jeunes rameaux, causant ainsi la pourriture, la chute des fruits et le dépérissement des tiges. La présence de la larve se caractérise par l'apparition de galeries à l'intérieur du fruit et de la graine. On peut aussi observer, dans certains cas, des trous dans l'épiderme et des exsudats à la surface du fruit. Après cinq stades larvaires (16 à 33 jours), la nymphose s'effectue au sol (7 à 17 jours) et donne naissance à un papillon d'environ 25mm. La durée de vie de l'adulte est de 3 à 7 jours (Fig 25), (citado 2017).

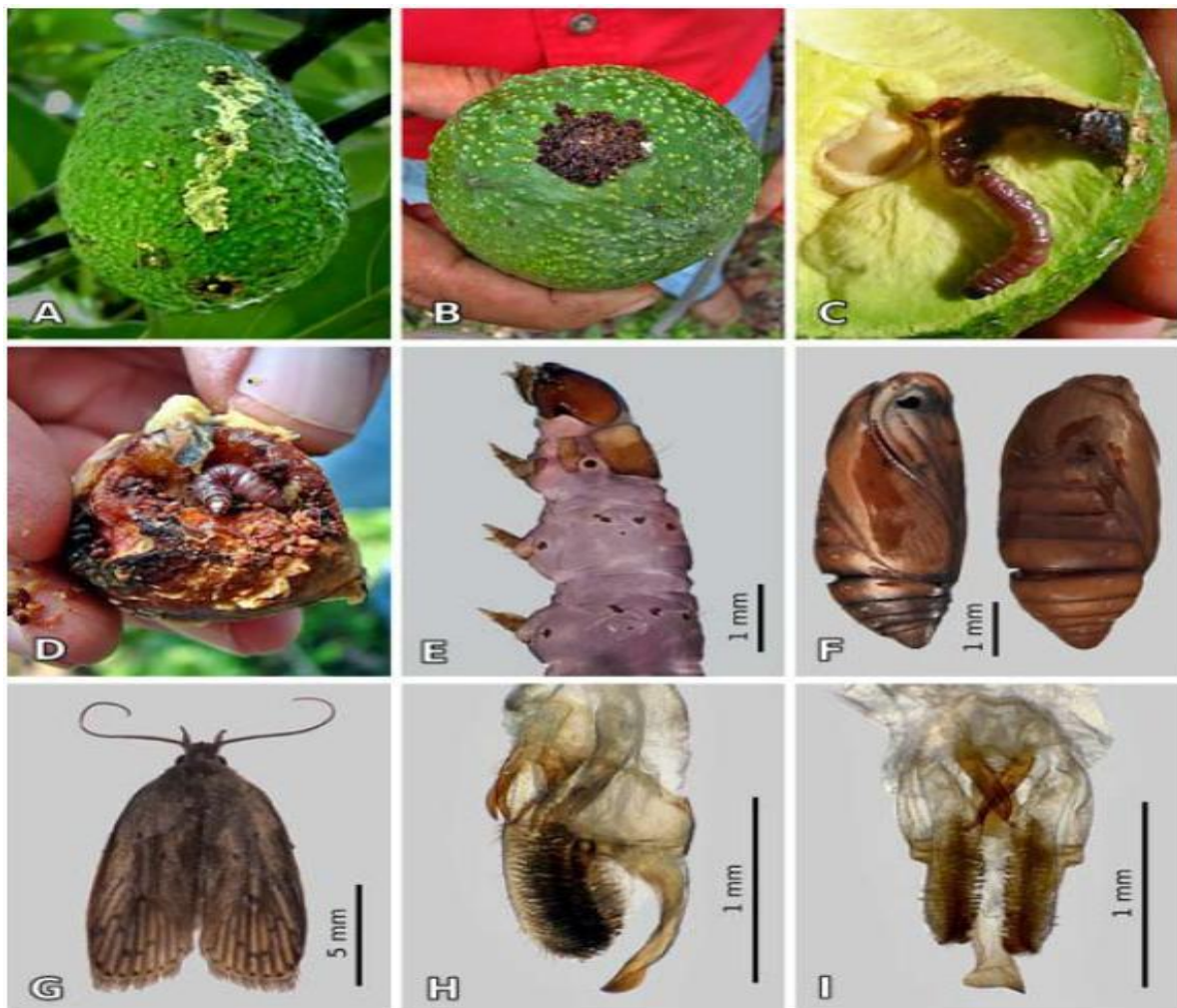


Figure 1. *Stenomacatenifer* Walsingham. A) and B) Damage symptoms in avocado fruit, Hass variety; C) Violet colored larva in fifth instar in fruit; D) Larva in seed; E) Head and thorax of the larva, lateral view; F) Pupa with lateral and dorsal view; G) Adult; H) Lateral view of male genitalia; I) Ventral view of the male genitalia.

Figure 25 : *Stenomacatenifer*

4.3 Les pires maladies de l'avocat

- **L'antracnose** : cette maladie de l'avocat est causée par un autre champignon. Il s'agit de *Colletotrichum gloeosporoides* et surtout il attaque les spécimens les plus jeunes, ainsi que les pousses, les fruits, les branches et les fleurs. Qu'est-ce que cela provoque ? Vous verrez que l'avocatier commence à avoir des taches noires et des plaies, si profondes qu'il peut souvent pourrir là où il se trouve. Dans le cas du fruit, il apparaît lors de son développement, et peut être compris entre 0,5 et 3 centimètres. Au début, ces taches sont un peu enfoncées, mais au fil du temps, si aucun remède n'est appliqué, les taches s'agrandissent et se rejoignent pour aboutir au fruit. Idem pour l'avocat. Peut-on guérir ? Oui, mais il faut d'abord savoir que la raison pour laquelle ce champignon fait son apparition est due à humidité élevée. L'une des premières actions est donc d'arrêter l'irrigation. Ensuite, il faudra appliquer des fongicides riches en cuivre, comme le soufre, l'oxychlorure de cuivre, etc. qui attaquent le champignon. Il est important de procéder à l'élagage des feuilles, des branches et de la partie de l'arbre qui présentent des symptômes de la maladie pour étouffer le problème à ses racines et l'empêcher de s'aggraver.

Les pires maladies de l'avocat

Gale : la gale est causée par le champignon *Sphacelome perseae* et attaque surtout les tiges, les feuilles et les fruits (ceci à tout moment de son développement). Que devient l'avocatier ? Ben tu verras ça les feuilles deviennent marron clair, et ils commencent à prendre la forme d'une cuillère. Dans le cas des fruits, vous verrez des plaies rondes et irrégulières brun clair, comme si elles avaient une texture de liège, et qu'elles dépassent. Lorsque plusieurs se rejoignent, ils forment une sorte de croûte. Peut-il être supprimé ? Oui, pour cela, des fongicides au cuivre sont utilisés avant la floraison de l'arbre. Une autre action consiste à tailler l'arbre pour lui permettre d'avoir plus d'air et d'être ventilé.

Tâche noire : causé par le champignon *Cercospora purpurea* Cooke Cela attaque surtout les feuilles, les faisant tomber de l'avocat. Dans le cas des fruits, non seulement ils auront des taches brunes sur la peau, mais ils seront également capables de déchirer l'écorce et ils ne sont pas adaptés à la commercialisation.

Qu'est-ce que cela provoque ? Dans les feuilles, vous verrez qu'elles commencent à brunir, aux extrémités, et que la tâche s'étend jusqu'à ce qu'elle recouvre complètement la feuille et la jette finalement. Sur les fruits, taches brunes ou noires aux bords irréguliers, qui ouvrent parfois la peau de l'avocat (Fig 26).

Peut-on guérir ? Oui, grâce à des fongicides à base de cuivre.



Figure 26 : Tâche noire

Mildiou

Allons-y avec une autre des maladies de l'avocat. Dans ce cas, c'est celui qui affecte de nombreux autres arbres et cultures, la maladie du mildiou, également appelée poudre blanche.

Qu'est-ce que cela provoque ? Vous verrez qu'un tache blanche, comme si c'était de la poussière. Le problème est qu'il commence à attaquer les feuilles, les faisant s'enrouler sur elles-mêmes et se déformer. L'étape suivante est que des taches noires irrégulières apparaissent. Les fleurs et les fruits tombent et l'arbre n'est plus productif.

Va-t-il un remède ? Oui, en plus des fongicides à base de cuivre, vous avez aussi ceux à base de nitrophénol, qui permettent non seulement de lutter contre la maladie, mais aussi de la prévenir (Fig 27).



Figure 27. Mildiou

Fruits d'avocat

Flétrissement du laurier :

Bien que ce soit étrange, du nom de cette maladie, nous devons vous dire que oui, elle n'affecte pas seulement le laurier, mais aussi l'avocat. Le coupable de tous est un champignon, *Raffaeleasp*.

Qui est responsable d'empêcher l'écoulement de l'eau. C'est-à-dire qu'il empêche l'arbre de se nourrir, de sorte que les feuilles commencent à se faner.

Que remarquez-vous dans l'avocatier ? Vous verrez que la plante commence à avoir des taches brunes ou rouges sur les feuilles et que peu importe combien vous l'arrosez, l'arbre à tous les symptômes de la déshydratation.

Peut-on guérir ? Non... Dans ce cas, si un arbre à la maladie et est déjà en train de pourrir, il est préférable de l'abattre et de le brûler. Afin qu'il n'affecte pas les autres arbres. Ce qui peut être fait est d'essayer d'arrêter l'avancée des coléoptères de l'ambrosie, qui sont ceux qui propagent le champignon à travers les branches et les feuilles de l'avocatier.

L'avocat souffre aussi de parasites

En plus des maladies de l'avocat que nous avons mentionnées, il y a les nuisibles, qui sont égaux ou plus dangereux que ceux que nous avons vus (Fig 28).

Ceux-ci sont :

*La mouche méditerranéenne des fruits.

*Thrips.

*Coléoptères ambrosiaux.

* Le lucilie bouchère.

*Cochenille



Figure 28 : Flétrissement du laurier

(jardineriaon,2019)

4.4 Les méthodes de lutte contre les maladies de l'avocatier :

Comment traiter l'anthracnose ?

La lutte se base sur la prévention de la maladie

Le champignon se propage via l'eau provenant de l'arrosage ou de la pluie (éclaboussures, ruissellement...), via les outils de binage par exemple, via les auxiliaires du jardin (oiseaux, insectes...).

Pour éviter que l'anthracnose se développe, mieux vaut commencer par prévenir l'apparition du champignon qui peut rester actif au moins 2 ans dans des débris de végétaux ou dans le sol, et qui est très contagieux (y compris dans les semences ne pas utiliser les graines de plantes atteintes d'anthracnose). Commencez par ramasser les feuilles tombées au sol des arbres et plantes malades, à l'automne et brûlez-les. Anthracnose sur les fruits, privilégiez l'arrosage direct sur le sol qui évite de mouiller les feuilles et évitez de passer entre les rangs après une averse qui aura mouillé les feuilles pour éviter de propager les champignons sur d'autres plantes. Optez pour des variétés réputées moins sensibles à l'anthracnose. L'anthracnose ne se traite pas bien, d'où l'importance de la prévention. Les seuls traitements qui peuvent être entrepris sont préventifs : le purin de prêle dilué à 10% en pulvérisation tous les 10 jours du printemps jusqu'au mois d'août est intéressant contre les maladies cryptogamiques qui peut même s'avérer curatif en tout début d'attaque. L'ail utilisée en décoction ou en macération huileuse s'avère active comme fongicide. La bouillie bordelaise a également une action préventive.

Le Faux carpocapse : le faux carpocapse (*Thaumatotibia = Cryptophibia leucotreta* (Meyrick)) est d'origine africaine (Newton 1998). Il est très polyphagie : il s'attaque à de nombreuses plantes sauvages ou cultivées dont l'avocatier (*Persea americana*). La femelle dépose ses œufs sur l'épiderme du fruit. A l'éclosion la chenille pénètre dans l'épiderme mais elle est incapable de se développer dans le fruit. Elle s'alimente en général juste en dessous de la surface du fruit. Les trous d'entrée diminuent la qualité marchande du fruit. La lésion provoque la formation d'un cratère avec en son centre le trou d'entrée difficilement visible. L'alimentation de la chenille perturbe le développement des fruits à tous les stades provoquant une maturation précoce des fruits et leur chute.

La lutte :

L'application des mesures d'hygiène et la destruction des plantes hôtes est un des moyens les plus efficaces pour contrôler ce ravageur. Le contrôle par insecticide est difficile étant donné que le développement larvaire se fait sous l'épiderme des fruits : les chenilles sont inaccessibles aux insecticides non systémiques. De plus ce ravageur a développé des résistances aux insecticides systémiques ou non régulièrement utilisés. En cas d'application d'insecticide le faire immédiatement après l'observation du papillon par piégeage à l'aide de pièges à phéromones. La pulvérisation se fera en soirée ou pendant la nuit, période qui coïncide avec l'activité des chenilles et des adultes. Il existe des insecticides biologiques, des régulateurs de croissance ou d'autres insecticides.

Thrips :

Les thrips de l'avocat se nourrissent de tissus jeunes. S'attaquer aux tissus jeunes entraîne des lignes de cicatrisation irrégulières des deux côtés de la feuille, en général concentrées le long de la nervure médiane et des nervures latérales de la feuille. Sur le fruit, le thrips commence à se nourrir près de l'endroit du calice, produisant peu à peu une cicatrice qui peut recouvrir l'ensemble du fruit. La peau du fruit prend alors une couleur de cuir marron. Les ravageurs se nourrissent plus en général de fruits jeunes ; les pertes économiques concernent en général les fruits qui font jusqu'à 2cm de longueur (2-3 semaine après la mise à fruits). Des fruits plus âgés avec une peau plus épaisse

La lutte :

Le thrips prédateur que l'on retrouve naturellement, le *Frankliniella thripsoriza bensis*, est le seul agent de lutte biologique observé qui répond en grand nombre à la présence de populations de thrips sur l'avocatier. D'autres prédateurs généraux comme les chrysopes et les thrips à six points se nourrissent également de thrips d'avocats. Les pulvérisations de produits chimiques sont rarement

nécessaires. Le Spinosadet l'avermectine est recommandés en Californie, et d'autres produits utilisés sur d'autres ravageurs suceurs permettraient probablement de lutter contre

Il n'est pas recommandé de pulvériser de produits sur cet insecte (Fig 29).



Figure 29 : le Franklini thripsoriza bensis

Lépidoptères variés (chenilles arpenteuses, tordeuses, enrouleuses de feuilles) : les chenilles, y compris les chenilles arpenteuses sont courantes dans de nombreux bosquets d'avocatiers, et sont en général présentes en petit nombre, à moins qu'il n'y ait eu des perturbations créées par des produits chimiques à large spectre pour la lutte contre d'autres ravageurs. Les dégâts sur les feuilles sont particulièrement apparents sur la croissance de l'extrémité de la pousse ; leur apparence varie selon qu'ils ont été créés par des chenilles jeunes ou âgées. Les très jeunes chenilles ne se nourrissent que de la surface de la feuille, créant un effet de fenêtres par opposition aux trous formés par les stades larvaires ultérieurs.

La lutte :

La lutte biologique (comme l'introduction de Trichogramme parasitoïdes), favoriser la biodiversité, et les vergers ouverts et aérés peuvent permettre de réduire les dégâts créés par les chenilles. En cas de forte infestation, les pulvérisations de Bt sont une alternative aux pesticides chimiques présentant une faible toxicité.

Mouche des fruits :

Les mouches méditerranéennes, orientales ou mexicaines des fruits sont un type de ravageurs différents dont les larves creusent des tunnels dans les fruits et peuvent produire de sérieux dégâts. L'industrie de l'avocat aux USA investit beaucoup de temps et d'efforts pour mettre en quarantaine et lutter contre ces mouches. Ce seul ravageur fait que les fruits importés aux USA doivent être surveillés strictement pour détecter la présence de ce ravageur. La mexicaine existe également au Kenya, mais l'espèce la plus courante est la mouche du Natal. Les œufs sont déposés sous la peau du

fruit qui commence à peine à mûrir, souvent en un lieu où la peau est déjà fendue. Les larves se purifient dans le sol après être sorties. Toujours éliminer les vieux fruits sous les arbres et les détruire. Les larves des mouches des fruits pénètrent dans le sol pour se pupifier. Si ce problème est présent, pulvériser le sol sous le couvert avec une solution d'huile de neem. Si les mouches des fruits sont en grand nombre, on peut préparer des appâts traités avec un insecticide au malathion ou au spinosa de (Wyatt 2002) en laissant fermenter pendant cinq à sept jours un mélange de 1 litre d'eau, 2 tasses d'urine, 3 cuillers à thé d'essence de vanille, une cuiller à soupe de sirop, 1 cuiller à thé de « vegemite » (pâte à base d'extrait de levure) ou de levure et une tasse de sucre. Ajouter l'insecticide au moment du remplissage du piège avec 25-50 ml de ce mélange. Une bouteille de plastique avec des trous percés sur les côtés constitue un bon piège. Suspendre quatre à six bouteilles dans l'arbre là où les fruits sont les plus visibles. Les nettoyer tous les cinq à sept jours et renouveler le piège (Fig 30).



Figure 30 : Mouches des fruits

Punaises et divers coléoptères :

Des insectes comme les *Helopeltis* (punaise miride) peuvent endommager les fruits des avocatiers. Ils font environ 7 mm de long et sont de couleur marron avec un thorax orange et de longues pattes fragiles. Avec les autres insectes ils percent les fruits en développement, créant des lésions sporadiques. Une marque aqueuse foncée apparaît autour du point d'alimentation qui ensuite se transforme en lésion caractéristique avec un centre marron clair et une bordure noire. Le fruit peut produire une sève qui en séchant forme un dépôt blanchâtre. Le nuisible vit également sur cacao, le coton, le cajou, le thé, la mangue, le ricin, la patate douce, le pois cajan et la goyave. Certains coléoptères et charançons peuvent créer des dégâts dans les jeunes plantations d'avocatiers. Ils se nourrissent du contour des feuilles leur donnant une apparence décalée, échancrée ou dentelée. Ce type de lésion s'observe couramment sur les branches inférieures des arbres. Sur les grands arbres, les dégâts créés par l'alimentation des coléoptères n'est pas important sur le plan économique.

La lutte : les parasites et les prédateurs sont importants dans la lutte contre les populations d'*Helopeltis*. Cependant ils peuvent être un problème récurrent dans certains vergers, en particulier en cas de nutrition insuffisante des plantes.

Cochenilles (molles ou à carapace) :

Les cochenilles extraient la sève du feuillage et sécrètent de grosses quantités de miellat, abritant des champignons noirs fumagine). On voit en général apparaître de minuscules larves sous la cochenille femelle au printemps avant qu'elles ne se fixent sur les feuilles. Elles apparaissent rarement sur les fruits. Les cochenilles à carapace ne sécrètent pas de miellat. Les dégâts peuvent être plus importants sur les jeunes arbres et cela peut tuer les petites brindilles. La présence des cochenilles sur la peau fera rejeter le fruit même s'il n'y a pas de dégâts internes. La présence d'une seule de ces cochenilles amènera en général des fourmis dans le voisinage qui utilisent le miellat. Les cochenilles sont en général bien contrôlées par les parasites et les prédateurs bien que quelquefois les fourmis protègent les cochenilles. Du fait des prédateurs naturels et des ennemis naturels, les cochenilles sont

rarement un problème sur le plan commercial pour les plantations d'avocatsiers. Si c'était le cas, les pulvérisations d'huile (sans substance active) sont quelquefois utilisées pour lutter contre les cochenilles.

Mouches blanches :

Les mouches blanches sont de petits insectes volants (3 mm ou moins), qui doivent leur nom à la cire blanche qui recouvre leurs ailes et leur corps. Les mouches blanches se nourrissent de la sève de la plante. Le miellat sécrété par les larves attire la poussière et favorise la croissance de champignon (fumagine) et peut attirer les fourmis, ce qui gêne la lutte biologique contre les mouches blanches et d'autres ravageurs.

La lutte :

Plusieurs ennemis naturels attaquent les stades immatures des mouches blanches et offrent une lutte biologique partielle à complète lorsqu'ils ne sont pas dérangés par des fourmis, de la poussière ou un traitement insecticide. Le traitement chimique des mouches blanches n'est en général pas efficace ; on peut obtenir une diminution temporaire qui sera suivie par une augmentation des ravageurs. Ceci est particulièrement vrai lorsque sont utilisés des insecticides à large spectre comme le méthomyl ou le malathion. Pour cette raison, n'appliquer d'insecticides à large spectre qu'en dernier ressort (Fig 31).



Figure 31 : Mouches blanches

Punaise :

Un grand nombre d'espèces de punaises se nourrissent de cultures tropicales et subtropicales, notamment les avocats. Les punaises qui créent des dégâts sur le fruit sont essentiellement :

- *Ateloceraraptoria*
- La punaise bioculée

(Bathycoelianatalicola)

- Bathycoeliarodhaini
- Coenomorphanervosa
- La punaise verte (Nezaraviridula)

Il faut donc assurer un suivi des populations de punaise pour les contrôler si nécessaire et ainsi réduire les dégâts sur fruits

Nématodes :

Les nématodes sont des vers ronds microscopiques qui vivent dans divers habitats. Les nématodes parasites des plantes vivent dans le sol et les tissus végétaux et se nourrissent de plantes en perceant et en suçant le contenu des cellules des racines. Les arbres infestés semblent rabougris avec peu de racines nourricières. Ces symptômes indiquent des problèmes de nématodes avec lésion des racines (*Pratylenchus vulnus*), mais feront l'objet d'un diagnostic car ils peuvent avoir d'autres causes également. Si les arbres ne sont pas vigoureux, il peut être nécessaire de faire un trou de sondage pour examiner les racines et déterminer s'il y a des problèmes de nématodes

La lutte :

Si l'on soupçonne des problèmes de nématodes il faut prendre les conseils de spécialistes. Il existe quelques traitements avant la plantation avec des pesticides lorsqu'il y a eu des problèmes de nématodes, mais ceux-ci sont dangereux et non recommandés pour les petits exploitants. Certaines méthodes de lutte biologique sont en cours de développement et utilisent un type de champignon *Verticillium* ou une espèce parasite de nématodes qui attaque le ravageur. Elles ne sont aujourd'hui disponibles que sous forme expérimentale.

Anthraxose :

L'anthraxose, provoquée par le champignon *Colletotrichum gleosporioides* est un problème courant de l'avocat au Kenya. Des zones marron et mortes apparaissent sur les feuilles et si celles-ci sont importantes elles font tomber les feuilles. Les fruits infestés présentent de petits points foncés sur les lenticelles. Comme d'autres pourritures du fruit, une forte pourriture du fruit se développe à la maturation des fruits après la récolte. Contrairement à la *dothiorella*, il y a beaucoup de petits points de pourriture. La maladie est beaucoup plus sévère dans les régions plus humides. Les spores germent et pénètrent dans le fruit avant la récolte, créant des taches brunes à noires, mais la maladie ne se

développe pas plus jusqu'à la phase suivant la récolte. Pendant la maturation, le champignon reprend sa croissance.

La lutte :

Tailler pour aérer le couvert de l'arbre pour une meilleure aération et une diminution de l'humidité qui favorisent la maladie. Utiliser des bains après la cueillette-traitement chimique (comme le prochloraze) ou biologique comme l'Avogreen (*Bacillus subtilis*), et un environnement contrôlé permet de limiter la maladie. Comme pour la pourriture du fruit due à *dothiorella*, refroidir les fruits rapidement après la cueillette et si possible les faire mûrir à une température inférieure à la température ambiante. De même, enlever le matériel végétal mort et les fruits momifiés (assainissement).

Stries noires de l'avocat :

Une maladie courante dans la variété *Hass*. Comme nombre de symptômes sont similaires à ceux qui peuvent être attribués à d'autres causes, les chancre sur le tronc et les branches sont la meilleure preuve de diagnostic sur le terrain de la maladie. Les chancres sécrètent un exsudat sec, poudreux et soluble dans l'eau qui suinte au travers de petites fissures sur l'écorce. Ils sont de taille variée. Des lésions marron rouge et peu profondes apparaissent sous les chancres lorsqu'on enlève l'écorce. Les arbres touchés par le chancre ont une croissance médiocre, peu de vigueur, un feuillage chlorotique (jaunissant); une production de fruits limitée, des chancres sur le tronc et les branches; des taches sur les feuilles, un flétrissement. Une partie des nouvelles pousses meurt rapidement et tout l'arbre peut ensuite dépérir.

La lutte : la gestion des stries noires de l'avocat consiste à maintenir la santé de l'arbre avec de bonnes pratiques de fertilisation et d'irrigation. Enlever du verger les arbres qui ne se développent pas.

Chancre bactérien :

Une maladie très répandue dont l'importance varie d'une région à une autre. La majorité des vergers ont quelques arbres infectés sans dommages visibles. Les arbres touchés présentent souvent des symptômes d'insuffisance en bore (feuilles déformées et boursouflures sur les brindilles). Les lésions actives sur l'écorce sont foncées et sont des zones légèrement enfoncées avec des poches aqueuses, nécrotiques. L'écorce se fend d'un côté du chancre et libère un fluide aqueux qui sèche en laissant un résidu poudreux blanc sur la lésion. Les chancres font de 2 à 5 cm de diamètre. Ils apparaissent en général à la base de l'arbre et se répandent souvent vers le haut d'un côté du tronc ou de la branche. Si la maladie est sévère et a un impact sur la récolte, l'arbre devra être enlevé. Autrement, de légères infections semblent n'avoir que peu d'effets sur l'arbre, et sont trop courantes et trop peu développées que pour justifier l'arrachage.

Pourriture à Phytophthora (Phytophthora citricola) :

Les fruits infectés sont souvent ceux qui touchent le sol ou ceux sur les branches inférieures. La majorité des dégâts se produisent dans une zone de 1 mètre au-dessus de la surface du sol. Les fruits malades présentent une zone circulaire noire distincte qui se produit en général à la partie inférieure du fruit. Si la majorité des infections se produisent sur la partie inférieure du fruit, elles peuvent se produire n'importe où sur la surface. A l'intérieur la pourriture s'étend dans la chair, l'assombrissant et suivant le même dessin que la zone affectée en surface. La pourriture à Phytophthora du fruit est provoquée par le Phytophthora citricola, le même champignon qui engendre le chan crée à Phytophthora ou pourriture du collet. C'est lors de périodes humides prolongées que la maladie fait le plus de dégâts, et ce sont les mêmes conditions qui favorisent l'antracnose. Contrairement à l'antracnose, qui est essentiellement un problème post récolte, la pourriture à Phytophthora du fruit s'installe sur le fruit sur l'arbre avant la cueillette.

La lutte :

Comme l'infection est probablement provoquée par l'éclaboussure de propagules de Phytophthora de la surface du sol vers le fruit lors de fortes pluies, la prévention est difficile. Toute pratique permettant de réduire les éclaboussures (projections), comme par exemple une couche de feuilles servant de paillis, peut être utile. Il faut enlever les fruits tombés sur le sol car le champignon peut pousser et déposer des spores sur les fruits.

Pourriture du fruit (Dothiorella) :

Comme la pourriture à Phytophthora du fruit (provoquée par le Phytophthora citricola), cette maladie est moins répandue sous les climats secs. Les champignons préfèrent en général l'humidité. Contrairement au Phytophthora, les symptômes de pourriture du fruit apparaissent en général après la cueillette du fruit lorsqu'il commence à se ramollir et non lorsqu'il est encore sur l'arbre. Des taches d'un brun violacé apparaissent sur la surface du fruit. Les taches peuvent s'élargir jusqu'à recouvrir tout le fruit. La chair du fruit se décolore, sent mauvais. Lorsqu'elle se développe elle le fait en général sur les branches mortes, les feuilles mortes et les contours des feuilles ; il est donc nécessaire d'évacuer le matériel mort. Ne pas laisser les débris morts s'accumuler. Limiter la brûlure de l'extrémité des feuilles ; éviter les conditions salines car le champignon peut vivre sur les parties mortes des feuilles. Après la cueillette rafraîchir le fruit aussi rapidement que possible à une température minimum de 5 degrés centigrades. Faire mûrir à des températures inférieures aux conditions ambiantes fraîches afin de limiter la pourriture.

Pourriture des racines (*Phytophthora cinnamomi*) :

C'est la maladie la plus sérieuse de l'avocat car elle peut tuer tout un verger. Elle s'attaque à des arbres de tous âges et de toutes tailles. L'absence de radicelles actives, saines empêche l'absorption hydrique, donc les arbres se fanent bien que le sol soit humide. Souvent les fruits tombent et il n'y a pas de nouvelle croissance. Les racines noircissent et sont friables, et l'arbre touché donnera souvent une grosse récolte de petits fruits. Les racines grosses comme un crayon ou plus grosses sont rarement attaquées par le champignon. Les arbres malades vont décliner et mourir plus ou moins lentement. Les symptômes sont des arbres petits, vert pâle, des feuilles fanées, et un feuillage clairsemé.

Il y a absence de nouvelle croissance, ou bien si elle se produit, les nouvelles feuilles sont petites et de couleur terne. Les petites branches meurent sur la partie supérieure de l'arbre, laissant les autres branches brûlées par le soleil du fait de l'absence de feuillage.

Les petites racines nourricières fibreuses peuvent être absentes, ou si elles existent elles sont fragiles et mortes.

La lutte :

Un bon drainage est essentiel pour un verger d'avocats. Ce champignon se développe dans l'humidité excessive du sol (irrigation excessive et mauvais drainage). Il peut contaminer le matériel de pépinière ou d'autres plantes par l'eau s'évacuant des parcelles infectées ou sur les chaussures ou le matériel de culture. Utiliser des porte-greffes résistants comme Ban Duke, Duke 7, Duke 9, Austro, Toro Canyon, et Thomas. Il faut noter qu'ils sont résistants mais non immunisés. Créer des conditions de sol qui suppriment la pourriture des racines en appliquant du gypse (1500-3000 kg/ha ou 10 kilos de gypse sous le couvert de chaque arbre) et du paillage (15-30 centimètres, mais toujours à une distance de 15 centimètres du tronc) sous forme de copeaux de bois dur ou de tailles d'avocats. Le paillage permet le développement de micro-organismes utiles antagonistes du *Phytophthora cinnamomi* et le gypse apporte du calcium qui supprime la formation des différentes étapes de la spore. Pour de meilleurs résultats, appliquer le paillage et le gypse au moment où le verger est installé. Les arbres en se développant vont contribuer au paillage, mais les applications de gypse doivent se faire tous les ans. Pratiquer l'assolement sur les parcelles infestées avec des cultures résistantes comme les agrumes, les légumes, les fleurs ou le macadamia (Fig 32).



Figure 32 : *Phytophthora cinnamomi*

Viroïde des taches solaires :

Cette maladie a provoqué beaucoup de dégâts dans les vergers d'avocatiers en Californie jusqu'à ce que l'on découvre que la maladie est provoquée par un virus. Les symptômes sur les brindilles sont des indentations étroites, dans le sens de la longueur, jaunes, rouges ou des indentations nécrotiques et peu profondes. Les fruits d'un arbre malade présentent des taches ou des bigarrures de couleur blanche, jaune ou rougeâtre qui peuvent être affaissées. Un des symptômes est une écorce de crocodile, c'est à dire un décollement rectangulaire de l'écorce sur le tronc et les branches les plus grosses. La croissance de la couronne de l'arbre sera arrêtée. Le matériel végétal de plantation doit être certifié exempt de virus. Un arbre installé et infecté peut contaminer des avocatiers sains à proximité par des contacts invisibles entre les racines, et lors de la conduite des vergers avec des outils tranchants. Il est recommandé d'élaguer les arbres affectés. Les outils de taille et les sécateurs de la récolte devraient être stérilisés entre chaque arbre en les trempant dans une solution d'eau de javel ménagère à 20%.

Verticilliose :

Ce flétrissement est provoqué par un champignon du sol qui pénètre dans les racines et remonte, attaquant et obturant les vaisseaux assurant la circulation de l'eau (xylème). Les feuilles se flétrissent subitement sur un côté

De l'arbre ou sur l'ensemble de l'arbre, puis deviennent marron et meurent mais ne tombent pas pendant plusieurs mois. Des stries brunes ou gris brun (tissus de xylèmes obturés) sont visibles sur le bois des branches ou des racines lorsque l'on soulève l'écorce. La maladie peut tuer l'arbre ou une partie de l'arbre seulement, et le reste de l'arbre peut récupérer totalement.

La lutte :

Ne pas planter d'avocatier sur un sol utilisé pour d'autres cultures sensibles au *Verticillium* comme la tomate, l'aubergine, le poivron, de nombreuses baies, l'abricot, la pomme de terre et plusieurs

cultures florales, ou planter l'une d'entre elles à proximité de votre avocatier. Souvent, aucun traitement n'est nécessaire car les arbres peuvent récupérer totalement une fois que les branches mortes ont été éliminées. Les porte-greffes mexicains sont plus résistants que les porte-greffes guatémaltèques. Cercosporiose (*Cercosporapurpurea*) La tache de Cercosporiose est due à un champignon *Cercosporapurpurea*. Les taches individuelles sur les feuilles sont très petites, moins de 2,5 mm de diamètre, et d'une couleur allant du marron au violet. Sur le fruit, la lésion démarre sous forme de petite taches irrégulières marron qui s'étendent et se confondent. Des fissures apparaissent souvent sur ces taches qui sont très souvent des points d'entrée pour le champignon de l'antracnose. Le thiabendazole est un fongicide au ben zimidazole ayant une action protectrice et curative. Il est utilisé pour lutter contre une vaste gamme de maladies fongiques comme *Cercospora*, *Botrytis*, *Phoma*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia* et *Verticillium* sur une très vaste gamme de culture notamment l'avocat.

Pourriture noire :

La nourriture noire englobe les maladies provoquées par une variété de pathogènes fongiques qui pénètrent dans le fruit par le pédoncule ou par les cicatrices pédonculaires lorsque les fruits sont cueillis sans le pédoncule. *Altenaria* est une nourriture noire très modérée qui ne peut pénétrer que sur 2 ou 3 mm. Cependant, les faisceaux libéroligneux prennent une couleur foncée, entraînant une dépréciation considérable de la qualité.

De manière surprenante, couper le fruit sur l'arbre en conservant une partie du pédoncule n'offre pas une protection complète contre la nourriture noire si les surfaces humides favorisent des maladies comme *Dothiorella* ou *Colle totrichum*. Les conditions de stockage sont plus importantes que la méthode de culture (conserver à 5 degrés puis faire mûrir à température plus élevée).

La lutte :

Les Fongicides sont utilisés dans certaines régions du monde si les conditions sont favorables au développement de la maladie de la nourriture noire, mais ceci ne se révèle pas nécessaire si les fruits sont secs comme cela est en général le cas au Kenya.

(Agri Maroc,2019)

Chapitre V : Les bienfaits de l'avocatier

5.1 Les bienfaits nutritifs :



Figure 33 : l'avocatier

Fruit d'un arbre originaire d'Amérique centrale et du Sud, l'avocat est prisé pour sa chair tendre comme du beurre. Véritable caméléon des hors-d'œuvre et des entrées, il s'apprête de mille et une façons, que ce soit avec une vinaigrette, en salade, en mousse, farci ou dans le traditionnel guacamole. L'avocat peut également devenir une garniture à sandwich, à la fois délicieuse et originale. Bien qu'on le connaisse pour son contenu élevé graisses, il renferme également une très grande variété de vitamines et minéraux.

Caractéristiques de l'avocat

- Riche en fibres ;
- Riche en "bons acides gras" ;
- Source de vitamine K ;
- Protège le système cardio-vasculaire ;
- Stimule le transit intestinal.

Valeurs nutritionnelles et caloriques de l'avocat Pour 100 g d'avocat :

Nutriments	Teneur moyenne
Energie	205 k /cal
Eau	70,3 g
Protéines	1,56 g
Glucides	0,83 g
Lipides	20,6 g
Sucres	0,4 g
Fibres alimentaires	3,6 g
AG saturés	4,51 g
AG mono-insaturés	12,3 g
AG polyinsaturés	2,83 g
AG 18:1 9c (n-9), oléique	8,72 g
AG 18:2 9c,12c (n-6), linoléique	2,68 g
AG 18:3 c9,c12,c15 (n-3), alpha-linolénique	0,15 g
Cholestérol	< 0,5 mg
Calcium	9,4 mg
Cuivre	0,18 mg
Fer	0,34 mg
Magnésium	21 mg
Manganèse	0,2 mg

Partie bibliographique

Phosphore	38 mg
Potassium	430 mg
Sélénium	< 20 µg
Sodium	6 mg
Zinc	0,43 mg
Beta-Carotène	< 5 µg
Vitamine D	0 µg
Vitamine E	2,23 mg
Vitamine K1	14,5 µg
Vitamine C	< 0,5 mg
Vitamine B1 ou Thiamine	0,052 mg
Vitamine B2 ou Riboflavine	0,037 mg
Vitamine B3 ou PP ou Niacine	1,56 mg
Vitamine B5 ou Acide pantothénique	1,07 mg
Vitamine B6	0,17 mg
Vitamine B9 ou Folates totaux	70,4 µg
Vitamine B12	0 µg

Tableaux 2. Valeurs nutritionnelles et caloriques de l'avocat (100 g d'avocat)

L'avocat se caractérise par sa richesse en calories affichant allègrement 205 Cal/100 g. Il est particulièrement riche en lipides (20,6 g/100 g) avec une proportion importante d'acide oléique, un acide gras mono-insaturé mais il est pauvre en cholestérol. A noter que les vitamines D et B12 brillent par leur absence. Bonne source de vitamine E et de potassium.

Les bienfaits de l'avocat : pourquoi en manger ?

Fruit oléagineux par excellence, il est l'allié indispensable pour prévenir les maladies cardiovasculaires.

L'avocat est riche en antioxydants

Les antioxydants sont des composés qui protègent les cellules du corps des dommages causés par les radicaux libres. Ces derniers sont des molécules très réactives qui seraient impliquées dans le développement des maladies cardiovasculaires, de certains cancers et d'autres maladies liées au vieillissement.

Parmi les antioxydants, le zinc est présent en quantités intéressantes. Il participe notamment aux réactions immunitaires, à la fabrication du matériel génétique, à la perception du goût, à la cicatrisation des plaies et au développement du fœtus. Le zinc interagit également avec les hormones sexuelles et thyroïdiennes. Dans le pancréas, il participe à la synthèse (fabrication), à la mise en réserve et à la libération de l'insuline.

Une source élevée de fibres

Avec 3,6 g de fibres pour 100 g de chair, l'avocat est considéré comme une source élevée de fibres. Les fibres alimentaires, qui se retrouvent seulement dans les végétaux, regroupent un ensemble de substances qui ne sont pas digérées par l'organisme. Une alimentation riche en fibres est associée à un plus faible risque de cancer du côlon et peut aider à satisfaire l'appétit en apportant plus rapidement une sensation de satiété.

Pour faire le plein de « bons acides gras »

Bien que l'avocat soit riche en graisses, celles-ci sont surtout constituées de d'acides gras insaturés (principalement mono-insaturés), considérés comme de « bons » acides gras pour la santé cardiovasculaire. Chez l'humain, une étude a démontré que le remplacement d'une partie des matières grasses de l'alimentation par de l'avocat pendant trois semaines pouvait amener une diminution des lipides sanguins, et ce, sans diminuer la concentration de cholestérol HDL (« bon » cholestérol).

Une excellente source de vitamine B5

L'avocat est une excellente source d'acide pantothénique. Aussi appelé vitamine B5, l'acide pantothénique fait partie d'un coenzyme clé nous permettant d'utiliser de façon adéquate l'énergie présente dans les aliments que nous consommons. Il participe aussi à plusieurs étapes de la synthèse (fabrication) des hormones stéroïdiennes, des neurotransmetteurs (messagers dans l'influx nerveux) et de l'hémoglobine.

Un bon apport de vitamine B6

Aussi appelée pyridoxine, la vitamine B6 fait partie de coenzymes qui participent au métabolisme des protéines et des acides gras ainsi qu'à la synthèse (fabrication) des neurotransmetteurs (messagers dans l'influx nerveux). Elle contribue également à la fabrication des globules rouges et leur permet de transporter davantage d'oxygène. La pyridoxine est aussi nécessaire à la transformation du glycogène en glucose et elle contribue au bon fonctionnement du système immunitaire. Enfin, cette vitamine joue un rôle dans la formation de certaines composantes des cellules nerveuses et dans la modulation de récepteurs hormonaux.

Riche en vitamine K

L'avocat est une excellente source de vitamine K. La vitamine K est nécessaire pour la synthèse (fabrication) de protéines agissant dans la coagulation du sang (autant dans la stimulation que dans l'inhibition de la coagulation sanguine). Elle joue aussi un rôle dans la formation des os. En plus de se trouver dans l'alimentation, la vitamine K est fabriquée par des bactéries intestinales, d'où la rareté des carences en cette vitamine.

Une source non négligeable de phosphore, magnésium et potassium

Le phosphore constitue le deuxième minéral le plus abondant de l'organisme après le calcium. Il joue un rôle essentiel dans la formation et le maintien de la santé des os et des dents. De plus, il participe entre autres à la croissance et à la régénérescence des tissus et aide à maintenir à la normale le pH du sang. Finalement, le phosphore est l'un des constituants des membranes cellulaires.

Le magnésium participe au développement osseux, à la construction des protéines, aux actions enzymatiques, à la contraction musculaire, à la santé dentaire et au fonctionnement du système immunitaire. Il joue aussi un rôle dans le métabolisme de l'énergie et dans la transmission de l'influx nerveux.

Dans l'organisme, le potassium sert à équilibrer le pH du sang et à stimuler la production d'acide chlorhydrique par l'estomac, favorisant ainsi la digestion. De plus, il facilite la contraction des muscles, incluant le cœur, et participe à la transmission de l'influx nerveux.

Une bonne source de fer

Chaque cellule du corps contient du fer. Ce minéral est essentiel au transport de l'oxygène et à la formation des globules rouges dans le sang. Il joue aussi un rôle dans la fabrication de nouvelles cellules, d'hormones et de neurotransmetteurs (messagers dans l'influx nerveux). Il est à noter que le fer contenu dans les aliments d'origine végétale est moins bien absorbé par l'organisme que le fer contenu dans les aliments d'origine animale. L'absorption du fer des végétaux est toutefois favorisée lorsqu'il est consommé avec certains nutriments, telle la vitamine C.

Présence de cuivre en quantités non négligeables

En tant que constituant de plusieurs enzymes, le cuivre est nécessaire à la formation de l'hémoglobine et du collagène (protéine servant à la structure et à la réparation des tissus) dans l'organisme. Plusieurs enzymes contenant du cuivre contribuent également à la défense du corps contre les radicaux libres.

Le mot du nutritionniste

L'avocat se caractérise par un apport calorique considérable sachant qu'on en consomme rarement que 100 g. Les responsables sont les lipides et en particulier l'acide oléique (acide gras mono-insaturé). Sur le plan qualitatif, l'acide oléique est intéressant car préconisé pour une bonne prévention des maladies cardio-vasculaires. Cependant, il reste à consommer avec modération.

Bien choisir son avocat

Lors de la récolte, un avocat pèse en moyenne 300 g. Il a une peau vert foncé, voire noire, pouvant être lisse ou rugueuse. Elle renferme une chair verte, onctueuse, et un gros noyau.

Carte d'identité de l'avocat

- Famille : Lauracées ;
- Origine : Amérique centrale et du sud ;
- Saison : octobre à avril ;
- Couleur : Vert ;
- Saveur : Douce et onctueuse.

Les différentes variétés

Les variétés d'avocattiers sont classées en trois sous-groupes : mexicain, guatémaltèque et antillais, selon leur degré de tolérance au froid et les diverses caractéristiques de leurs fruits : grosseur, composition nutritionnelle, saveur, etc. Ce qu'il faut savoir en pratique, c'est que les fruits du sous-groupe antillais (que l'on qualifie parfois d'« avocats de Floride » parce que, dans cet État, on cultive surtout les variétés de ce sous-groupe) peuvent contenir jusqu'à deux fois moins de matières grasses que ceux des deux autres. Malheureusement, cette information n'apparaît pas sur les produits (frais ou congelés) offerts dans le commerce. Quoi qu'il en soit, on trouve surtout sur nos marchés la variété Haas, qui appartient au sous-groupe guatémaltèque et dont les fruits sont particulièrement riches en matières grasses.

Achat de l'avocat

Choisissez un avocat plutôt lourd, pas trop ferme et sans tache noire ou meurtrissures. La couleur de la peau n'est pas un indice de la maturité mais plutôt de la variété. Évitez les fruits très mous ou dont la peau est flétrie car ils sont trop mûrs.

Bien conserver

Les avocats arrivent souvent encore verts sur nos marchés, ce qui n'est pas nécessairement un inconvénient, car on peut facilement les faire mûrir à la température de la pièce en les gardant dans un sac de papier brun. Si l'on veut accélérer le processus, on met une pomme dans le sac : en dégageant de l'éthylène, elle fera mûrir les fruits, qui devraient être prêts à consommer deux à cinq jours plus tard.

Au cas où l'on disposerait de surplus, il est possible de congeler l'avocat. On le transformera d'abord en purée, car il se congèle mal lorsqu'il se présente entier ou coupé en tranches. Lavez le fruit, coupez-le en deux dans le sens de la longueur, enlevez le noyau, pelez et écrasez la chair, et ajoutez-lui du jus de citron (environ une cuillerée à soupe pour deux avocats). Mettez la purée dans un contenant rigide en laissant un centimètre de vide et congelez. Ne pas conserver plus de cinq mois au congélateur.

Préparation de l'avocat

L'avocat se prête à différentes préparations. La chair de l'avocat s'oxydant facilement, on conseille de toujours utiliser des ustensiles en acier inoxydable pour le travailler. Pour la même raison, si l'on ne compte pas le servir immédiatement une fois qu'on l'a coupé ou écrasé, on l'arrose de jus de citron, de jus de lime ou de vinaigre.

Comment le cuisiner ? Comment l'assortir ?

Il y aurait trois types d'amateurs d'avocat : ceux qui l'aiment saler, ceux qui le préfèrent sucrer et ceux qui le dégustent des deux manières. Partout dans le monde, on a adapté ce produit inusité à la cuisine locale et, selon qu'on se trouve du côté sucré ou du côté salé de la carte des saveurs, on le prépare comme un légume ou comme un fruit.

Le guacamole

Les Aztèques mangeaient une purée d'avocat qu'ils appelaient ahuaca-hulli, mot qui, par déformation, a donné naissance à guacamole. À l'origine, le plat ne comprenait ni oignon, ni citron

vert, ni feuilles de coriandre, ces trois ingrédients étant inconnus en Amérique avant l'arrivée des Espagnols.

Le guacamole, que les Mexicains agrémentent de piment jalapeno et parfois de tomates, s'accommode à bien des sauces. Si l'avocat est incontournable, les autres ingrédients varient selon qu'on le prépare :

- à la japonaise : daikon râpé, sauce soja, wasabi, vinaigre de riz, graines de sésame et algues séchées ;
- à l'espagnole : olives hachées, amandes grillées, persil et un peu de brandy ;
- à l'argentine : brins de safran légèrement grillé et thym ;
- à la façon du Sud-Ouest : grains de maïs ;
- à la californienne : fromage de chèvre, pistaches grillées, feuilles de coriandre et ail ;
- à la jamaïcaine : mangue, noix de coco, ananas, piment rouge et jus de citron vert ;
- à la parisienne : échalotes grises, estragon, jus de citron et vermouth sec ;
- à l'italienne : parmesan, noix de pin grillées, tomates séchées, basilic et vinaigre de vin.

Comme légume

Pour éviter toute décoloration du fruit, apprêtez le plat qu'au moment de le servir ou le conserver au réfrigérateur en recouvrant le bol d'un film plastique de façon à ce qu'il reste en contact avec la préparation, afin d'exclure l'air.

À cause de sa richesse en tanin, l'avocat ne se cuit généralement pas : il risque de devenir amer. Si on veut l'intégrer aux plats chauds (ragoûts, omelettes, soupes), on le fait à la toute fin de la cuisson. On peut aussi le réchauffer à très petit feu au four, puis le farcir avec les ingrédients de son choix, des œufs brouillés, par exemple.

Plus couramment, l'avocat se mange cru. Outre le demi-avocat nature, servi avec une vinaigrette ou farci, on peut utiliser la chair dans différentes préparations :

- en l'ajoutant aux sushis ;
- dans une sauce froide pour poisson poché, en l'écrasant avec des câpres, des olives vertes farcies de piment rouge, du jus de citron vert et de l'huile d'olive ;
- en l'ajoutant aux tacos; au Mexique, on s'en sert carrément comme beurre, d'où le nom vernaculaire de « fruit à beurre ».

Comme fruit

- Au Brésil, on l'écrase et on l'ajoute aux sorbets, aux crèmes glacées et aux laits frappés ;
- À Java, on mélange sa chair avec du café noir bien fort et bien sucré, tandis que dans le reste de l'Indonésie, on la mélange avec du lait, du café et du rhum ;
- Les Asiatiques vivant à Hawaï le prennent sucré avec d'autres fruits tels que l'ananas, l'orange, le pamplemousse, la datte ou la banane.

En dessert

Qui n'a jamais consommé l'avocat comme fruit doit l'essayer en purée avec, en parts à peu près égales, de la banane et de l'ananas, et un peu de miel. Ou mélanger sa chair à du fromage à la crème et du jus d'ananas et servir sur des morceaux de fruits.

Contre-indications et allergies à l'avocat

La consommation d'avocat nécessite quelques précautions en cas de prise de médicaments anticoagulants ou d'allergie au latex.

Vitamine K et anticoagulants

L'avocat renferme une quantité élevée de vitamine K. Cette vitamine, nécessaire entre autres à la coagulation du sang, peut être fabriquée par l'organisme en plus de se retrouver dans certains aliments. Les personnes prenant des médicaments anticoagulants, par exemple ceux mis en marché sous les appellations Coumadin, Warfilone et Sintrom, doivent adopter une alimentation dans laquelle le contenu en vitamine K est relativement stable d'un jour à l'autre. Santé Canada rappelle que l'avocat peut modifier la concentration sanguine d'anticoagulants. Il est donc préférable de ne pas en consommer en quantité trop élevée à la fois. Il est fortement conseillé aux personnes sous anticoagulothérapie de consulter une diététiste-nutritionniste ou un médecin afin de connaître les sources alimentaires de vitamine K et de s'assurer d'un apport quotidien le plus stable possible.

(Vigot,2019)

5.2 L'huile d'avocat :

Caractéristiques de l'huile d'avocat :

Aspect :

L'huile d'avocat, à l'état brut se présente sous forme d'un liquide épais et visqueux, chargé en pigments de couleur vert brunâtre, d'odeur fruitier prononcée. A l'état raffiné. Il présente une couleur jaune verdâtre. Elle peut cristalliser à basse température et même à partir de la température ambiante. L'huile d'avocat rancit difficilement.

Composition en acides gras :

Les lipides d'avocat sont constitués en majorité par les acides gras suivants avec leur proportion selon Iucciari et Helme (1995) :

- Acide oléique : 42 à 73% ;
- Acide palmitique : 7 à 29% ;
- Acide palmitoléique : 3 à 12% ;
- Acide linoléique : 6 à 16% ;
- Acide linoléique : trace à 5% ;
- Acide stéarique : 0,1 à 1,5%.

Utilisation de l'huile d'avocat : (rancurel ; 1985 ; Gaillard, 1987 ; Rodeler, 1984) Bien que comestible. L'huile d'avocat a rarement fait l'objet d'utilisation alimentaire. Celle-ci est axée surtout vers la cosmétologie. L'extrait total employé par voie cutanée ou orale donne le même effet à l'aide des provitamines A et D sans provoquer une hyper-vitamine. Voici d'autres propriétés tirées des produits cosmétiques et pharmaceutiques à base d'huile d'avocat :

-huile de soin pour la peau sèche, les cheveux secs, l'hygiène et soins des bébés. Elle rétablit l'équilibre lipidique des peaux fragilisées ou fortement carencées à la suite de longue exposition au soleil ou à de basses températures, ainsi qu'après de longs constats avec de l'eau chlorée.

La majorité des huiles d'avocat utilisées en cosmétique sont issues de la première pression à froid afin de conserver leurs propriétés bienfaisantes et nutritives.

Partie bibliographique

Variété	Race*	%Du poids du fruit	%Du poids de pulpe
Fuerte	G X M	22.8	15.1
Mexicola	M	21.9	14.2
Hass	G	22.9	12.6
Linda	G	19.9	12.3
Gottfried	M	15.5	11.5
Edranol	G	20.0	11.0
Booth 8	AXG	15.9	10.3
Booth 7	AXG	14 .7	9.6
Nabal	G	12.3	9.0
Hickson	GXA	12.2	8.9
Lula	GXM	11.5	7.8
Collinson	GXM	11.5	7.6
Choquette	A	7.2	5.2
Waldin	A	6.2	5.0
Pesterson	GXA	8.0	5.8
Pollock	A	8.1	5.5

A : Antillaise ; G :Gautémaltéque ; M:Mexicaine ; X :hybride

Tableau 03 : Teneur en huile des diverses variétés d'avcats

5.3 Toxicité chez l'avocat : La consommation des feuilles, l'écorce, la peau ou la chair de l'avocat par les animaux tels que les chats, chiens, bovins, caprins, les pins, rats, oiseaux, poissons, et les chevaux peut être nocive, elle peut engendrer des graves blessures ou même la mort. Les feuilles d'avocatier contiennent en effet de la persane, un acide gras dérivé toxique qui en quantité suffisante peut causer la mort, les symptômes comprennent l'irritation gastro-intestinale .vomissements, diarrhée, détresse respiratoire, congestion, l'accumulation de liquide autour des tissus du cœur et même la mort. Les oiseaux semblent aussi être particulièrement sensibles à ce composé toxique. Les effets négatifs chez les humains semblent être principalement des problèmes d'allergies.

(ITAFV ; 2018)

- **Allergie au latex**

Des études ont démontré que l'allergie au latex, matériel utilisé notamment pour la confection de gants médicaux, pouvait être associée à une allergie à certains aliments comme l'avocat. Des chercheurs ont identifié l'hévéine comme étant le composé qui serait responsable de l'allergie à l'avocat chez les personnes allergiques au latex. Les symptômes répertoriés d'allergie à l'avocat pouvaient inclure de l'urticaire et même l'anaphylaxie. Il est ainsi recommandé aux personnes allergiques au latex d'effectuer des tests d'allergie alimentaire, incluant l'avocat, la banane, le marron et le kiwi.

Histoire de l'avocat

L'avocat tire son nom de l'espagnol aguacate, qui l'a emprunté à l'aztèque ahuatl, dont le sens est « testicule », par analogie avec la forme de cet organe.

Le noyau de l'avocat donne à la pression un liquide laiteux possédant l'odeur et la saveur de l'amande. À cause de sa teneur en tanin, ce liquide devient rouge lorsqu'il est exposé à l'air. Les conquérants espagnols en tiraient une encre indélébile qui a servi à rédiger de nombreux documents officiels qui sont aujourd'hui conservés dans les archives de la ville de Popayán, en Colombie.

D'où vient-il ?

L'avocat vient probablement du Mexique et peut-être aussi du Guatemala, où l'on trouve encore aujourd'hui de nombreuses espèces sauvages. Grâce à la découverte de noyaux dans des cavernes, on sait que les Aztèques et les Mayas du Mexique et du Guatemala mangeaient le fruit il y a environ 10 000 ans. On croit aussi qu'ils le cultivaient il y a 7 000 ou 8 000 ans, car on a découvert dans d'autres

sites datant de cette époque des noyaux beaucoup plus gros et de forme ovale, signes, selon les experts, d'améliorations attribuables à des interventions humaines. Si l'avocat a été si populaire dans l'Amérique précolombienne, c'est semble-t-il parce qu'il apportait aux Amérindiens les précieux gras qui faisaient, par ailleurs, défaut à leur alimentation.

Après la Conquête, les Espagnols ont fait connaître l'avocatier, de même que son fruit, au reste du monde, l'introduisant en Europe dès 1519, puis aux Antilles, ainsi que dans pratiquement toutes les régions tropicales et subtropicales où régnaient les conditions propices à sa culture.

Longtemps réservé aux grandes tables

En Occident, le fruit restera longtemps un aliment réservé à l'aristocratie et à la grande bourgeoisie. Il faudra attendre que les Américains se mettent à le cultiver à grande échelle au début du XXe siècle pour qu'il trouve sa place dans l'assiette du commun des mortels.

Aujourd'hui, l'avocatier est cultivé dans de nombreux pays de l'Amérique du Sud et centrale, de l'Afrique et de l'Océanie, de même que dans le sud de l'Europe et aux États-Unis (Floride et Californie). On tire de la pulpe du fruit une huile qui est largement utilisée en massothérapie et en cosmétologie.

Les causes

L'allergie à l'avocat est, dans la plupart des cas, acquise indirectement par réaction croisée avec le latex naturel, explique le Dr Habib Chabane. "*Comme pour l'allergie à la banane, l'allergie au kiwi, au melon ou à la figue, l'allergie à l'avocat est le plus souvent induite par une rupture de tolérance induite par l'allergie au latex naturel*". En cause : des protéines communes à l'avocat et au latex, contre lesquelles l'organisme réagit de manière disproportionnée en déclenchant une réponse immunitaire excessive.

Dans de rares cas, la sensibilisation au ficus (*Ficus benjamina*), plante ornementale, peut être responsable de réaction croisée avec l'avocat.

Une autre cause potentielle fait débat au sein de la communauté scientifique : il semblerait que les profilines (allergènes mineurs) de certains pollens (bouleau, graminées et olivier), pourraient entraîner une réaction croisée responsable d'un syndrome d'allergie orale à l'avocat. En revanche, contrairement au kiwi, il n'existe pas d'allergie à l'avocat par allergie croisée avec l'allergène majeur du pollen de bouleau, souligne l'allergologue.

Les symptômes

Les symptômes de l'allergie à l'avocat varient d'une personne à l'autre et selon l'origine de l'allergie :

- Ils vont d'un simple syndrome allergique buccal associant des picotements de la langue, un gonflement des lèvres, des démangeaisons ;
- Jusqu'à des formes plus graves comme une urticaire généralisée, des douleurs abdominales, des vomissements et, dans de rares cas, des réactions plus graves telles qu'un choc anaphylactique et un œdème de Quincke potentiellement mortels.

- **diagnostic**

En cas de signes évocateurs d'une allergie à l'avocat, une consultation chez l'allergologue s'impose. Ce dernier va débiter son examen clinique par un interrogatoire (survenue des symptômes, autres allergies connues, notamment au latex et aux pollens), et s'assurer que les signes présentés par le patient sont compatibles avec ceux d'une allergie à l'avocat ; puis il va procéder à un prick-test (test cutané) avec de l'avocat frais et, si besoin, à un dosage des IgE spécifiques de l'avocat.

Traitement

Si le diagnostic se révèle positif, le seul traitement de l'allergie à l'avocat consiste à éviter la consommation de ce fruit et des aliments qui en contiennent (guacamole, etc.).

(Hamilton RG, 2005)

5.4. Bienfait économique.

- **Eléments du prix de revient de la culture de l'avocatier**

Etablir un coût de production de l'avocat n'a de valeur significative que pour une situation donnée et pour une période limitée dans le temps. En effet, il n'y a aucune commune mesure entre un kiboutz israélien, une grande exploitation californienne ou une exploitation familiale africaine. A chaque situation correspondent des objectifs de production, un milieu naturel, un environnement socio-économique particulier.

Tous ces facteurs vont intervenir à des degrés divers dans l'établissement des coûts de production.

Les objectifs de production

Produire des avocats pour satisfaire l'autoconsommation, pour approvisionner des marchés urbains nationaux ou pour exporter sur des marchés étrangers n'implique pas les mêmes contraintes. Dans le premier cas, on utilise généralement des itinéraires techniques rudimentaires prenant rarement en compte les traitements phytosanitaires des fruits et excluant toute main d'œuvre salariée et tous frais inhérents au conditionnement et à la conservation. Dans le cas opposé d'une récolte destinée à l'exportation sur des marchés concurrentiels et très éloignés des lieux de production, on fait le plus généralement appel à des techniques culturales sophistiquées et à des procédés de conditionnement, de conservation et de transport onéreux.

Le milieu naturel

Les caractéristiques du milieu naturel peuvent avoir des incidences considérables sur les coûts de production. Il y a notamment lieu de prendre en compte les facteurs suivants :

- la topographie du terrain qui dans certains cas interdit ou contrarie fortement la mécanisation. Dans les pays où la main d'œuvre est chère, des terrains trop accidentés ou nécessitant des aménagements très onéreux peuvent constituer un facteur limitant à la rentabilité ;

- les caractéristiques physico-chimiques des sols. Nous avons montré, dans les chapitres précédents, que des sols lourds à tendance hydromorphe peuvent limiter la productivité des arbres, diminuer leur longévité et créer des conditions favorables au développement du *Phytophthora cinnamomi*. Ce sont là autant de raisons qui contribuent à augmenter les coûts de production ;

- la climatologie et, en particulier, la distribution des précipitations peuvent amener, si celle-ci est mauvaise, à installer un réseau d'irrigation dont l'amortissement et le fonctionnement pèseront, inévitablement, sur les coûts de production ;

- le parasitisme. Si on compare des situations extrêmes comme la Corse et la zone côtière du Cameroun, on constate que, dans le premier cas, la lutte contre le *Cercospora purpurea* est inconnue parce que non nécessaire et que, dans le deuxième cas, aucun verger ne peut produire d'avocats de première qualité sans appliquer douze à quinze traitements de fongicides par an. On pourrait encore citer, dans le domaine du parasitisme, l'incidence notoire de la lutte contre l'Anthracnose, le Scab ou le *Phytophthora*.

L'environnement socio-économique

Parmi les facteurs socio-économiques pouvant avoir une forte influence sur les coûts de production, il faut relever :

- le coût de la terre (acquisition, location, remboursement d'emprunts),
- le coût de la main d'œuvre et sa qualification ; ce poste constitue généralement les plus grands écarts entre les pays producteurs d'avocats ;
- le coût des intrants et du transport ; les prix des engrais, des pesticides, des carburants sont également d'une très grande variabilité d'un pays à l'autre ;
- le crédit et la fiscalité ; l'accès au crédit et les taux d'intérêt pratiqués, le montant des impôts et des taxes sont autant d'éléments décisifs dans les cas de rentabilité marginale.

Tous ces facteurs pèsent différemment d'un pays à l'autre sur les prix de revient de l'avocat ; par ailleurs, ils sont pour certains très fluctuants. On comprendra, ainsi, mieux combien il est aléatoire d'indiquer dans un ouvrage le prix de revient de l'avocat car il y a, à la date de la rédaction, autant de prix de revient que de pays producteurs et, à l'intérieur de ceux-ci, que de types d'exploitations. Toutefois, il nous a paru intéressant, à titre d'exemple, de comparer deux situations dans des conditions écologiques semblables mais dans deux pays où les coûts de main d'œuvre sont, extrêmement, différents. Le premier exemple est pris dans un pays africain : le Cameroun, le second dans un département français d'outre-mer : la Martinique (Gaillard et Godefroy, 1987).

Partie Expérimentale

1. Situation géographique de la zone d'étude : La Wilaya de Skikda est située au nord-est de l'Algérie, elle s'étend sur une superficie de 4137,68 Km², avec une population avoisinant les 804697 habitants. Elle dispose de 130km de côtes qui s'étalent de la Marsa à l'est jusqu'à Oued Z'hour aux fins fonds du massif de Collo à l'ouest (Fig 34).

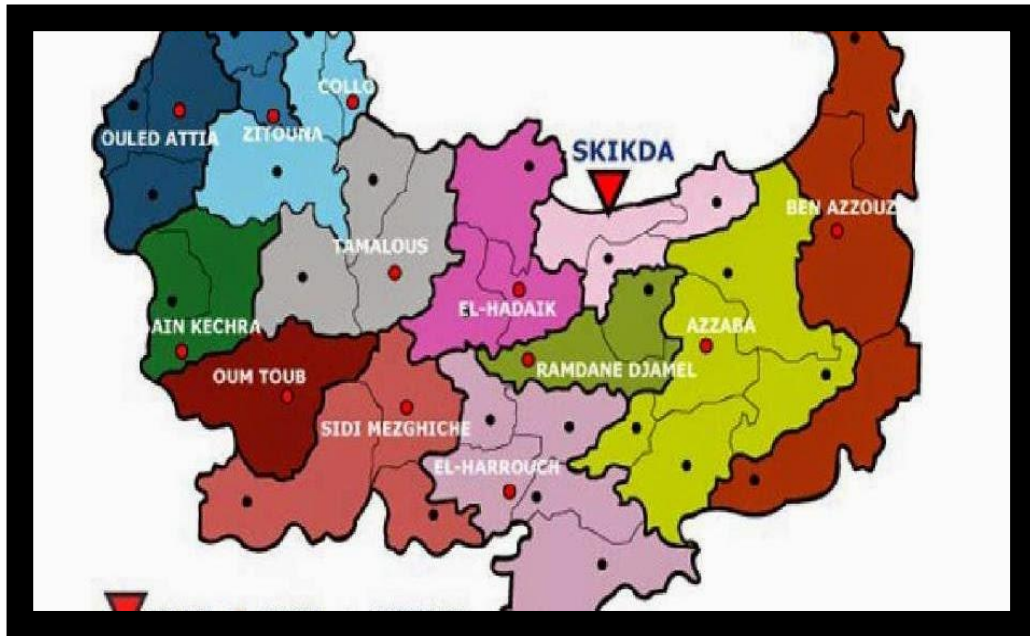


Figure 34. Carte géographique de la wilaya de Skikda

L'école d'agriculture créée au début du siècle passé, avait un patrimoine végétal d'une valeur inestimable. A partir de l'année 1989 à ce jour on assiste à une disparition presque totale de toutes les espèces fruitières (Chalabi 2016). La majorité des espèces exotiques sont plantées en bordure des allées et au niveau des jardins soit en masse ou en isolé. Certaines constituent des collections qui ne sont pas encore identifiées telles que le Feijoa, le plaqueminier, le cerisier de Cayenne, l'avocatier (Chalabi, 2016).

2. Lieu d'étude

Notre essai a été réalisé au niveau des jardins de l'Université de Skikda. L'avocatier figure parmi les espèces exotiques dont dispose les jardins de l'Université. Malheureusement il n'en reste qu'un seul plant, les deux autres ont été multipliés par greffage à partir de la plante mère.

3. Matériels et méthodes

3.1 Matériel végétal utilisé : notre essai a porté sur une espèce exotique à savoir, l'Avocatier (*persea americana*), sur laquelle nous avons testé sa multiplication par bouturage. Greffage et marcottage aérien .L'espèce se trouve au niveau du jardin botanique et floral de notre université (03 pieds d'avocatier).

3.2 Moyen matériel : la serre, substrat de tourbe, des bouteilles plastiques, greffoir, sécateur, raphia, film plastique (Fig 35,36, 37,38).



Figure 35. Sécateur



Figure 36. Serre



Figure 37. Substrat de tourbe



Figure 38. Greffoir

3.3 Méthode de travail

L'essai a porté sur différentes techniques de multiplication de l'avocatier à savoir :

- **Le greffage**

Les porte-greffes et les greffons ont été récoltés au niveau du jardin botanique de notre université. Plusieurs méthodes de greffage peuvent être utilisées, dans notre essai nous avons choisi deux techniques de greffage :

La première technique : nous avons choisi la technique du greffage en fente : Sachant qu'il y a une bonne compatibilité et affinité entre les deux espèces (laurier et l'avocatier) appartenant à la famille des Lauraceae, nous avons réalisé un greffage en associant les boutures de l'avocatier qui ont servi comme variété greffée sur l'espèce laurier. La deuxième technique est l'utilisation de la greffe de l'œil dormant : des bourgeons ont été récoltés de la plante mère d'avocatier et ont été greffés sur l'arbre sauvage d'avocatier.

Le greffage a été effectué vers la fin du mois de Février 2022, vu la non disponibilité de matériel végétal suffisant pour notre essai, en effet uniquement deux greffes ont été réalisées pour la greffe en Fente.

La greffe en Fente a été réalisée en faisant une incision sur la branche de laurier sur laquelle nous avons greffé en fente des boutures d'avocatier, une opération de greffe entre deux arbres de la même famille, (*Lauraceae*). Les boutures sont insérées horizontalement dans l'incision, en dernier nous avons couvert la greffe avec un ruban adhésif afin d'empêcher l'air de rentrer et de préserver son humidité (Fig 39).



Figure 39. différentes opérations de greffage d'avocatier au niveau du jardin botanique (université)

Le greffage L'œil dormant : Six plants ont été greffés pendant le mois d'avril 2022. L'arbre sauvage d'avocatier a servi comme porte greffe, et des greffons ont été récoltés de l'arbre d'avocatier âgé de 45 ans. La première étape a consisté à sélectionner un rameau 'aouté' sur l'avocatier, six greffons ont été choisis et ont servi pour le greffage à œil dormant.

La technique consiste à préparer les greffons en coupant les feuilles tout en conservant le pétiole, c'est-à-dire la tige de la feuille, la deuxième étape est prélever le greffon avec un couteau à greffe,

prenez en dessous du pétiole, suffisamment dans la largeur de la branche pour parvenir à conserver avec le greffon un peu de « bois » du rameau mère.

On effectue un T sur le porte greffe, à l'aide d'un greffon, on ouvre l'écorce pour insérer l'œil du greffon, on ligature tout en laissant l'œil en contact de l'air. On va la couvrir entièrement avec un ruban adhésif pour qu'elle reste humide (Fig 40). Cette opération a été réalisée au printemps.



Figure 40. Différentes opérations de greffage à œil dormant d'avocatier
(Jardin botanique université)

- **Marcottage aérien**

Le marcottage aérien est une méthode de multiplication végétative très répandue chez l'avocatier. On veut obtenir un sujet enraciné à partir d'une branche d'un arbre souvent âgé, cette technique peut tout aussi bien être mise à profit pour de l'auto production de porte greffe, ou multiplier directement des arbres non destinées à être greffés, vivant sur leurs propres racines. Permet d'obtenir des plantes identiques à la plante mère. On l'emploie sur les espèces rares ou impossibles à multiplier autrement ou encore pour rajeunir certaines plantes d'intérieur. L'opération se réalise au printemps ou tout début de l'été.

Notre essai s'est effectué sur l'arbre mère d'avocatier qui se trouve au niveau du jardin botanique (Université), nous avons réalisé six échantillons à partir de la date du 18 avril 2022.

La technique s'effectue de la manière suivante, d'abord on sélectionne une branche à multiplier sur l'arbre de l'avocatier, on pratique deux incisions annulaires. Il faut que la lame du couteau soit

enfoncée dans écorce, puis procéder à une rotation de façon à former un anneau. Incision supérieure doit se faire préférence sous œil.

Ensuite, on relie ces deux incisions annulaires, par une incision verticale. Ceci en vue extraire un anneau. Un film en plastique de forme rectangulaire est enroulé autour de la branche, ce film renferme une quantité de tourbe humide. La partie inférieure et supérieure du film sont fermées de façon le former une sorte de papillote (Fig 41).



Figure 41. Différentes opération de marcottage aérien d'avocatier jardin botanique (Université)

• Bouturage

Le bouturage est un mode de multiplication végétative de certaines plantes consistant à donner naissance à un nouvel individu (individu enfant du plant mère) à partir d'un organe ou d'un fragment d'organe isolé.

Il consiste à séparer une fraction d'un végétal (racine, tige, feuille, pétiole...) et à la mettre dans des conditions favorables à la rhizogenèse et au débourrement d'yeux à bois latents permettant de créer une nouvelle plante.

Cette technique de multiplication a été expérimentée, puis mise en œuvre dans certaines pépinières pour la propagation de l'avocatier dans le but de pallier l'hétérogénéité des porte-greffes obtenus par voie sexuée.

Quand un type d'avocatier a été sélectionné pour un ou plusieurs caractères recherchés, les seules méthodes permettant de fixer cette tête de clone à usage de porte-greffe sont le bouturage, le marcottage ou la culture de tissus. Parmi ces trois techniques, le bouturage a donné des résultats intéressants et a trouvé des applications en expérimentation et chez quelques pépiniéristes avancés, soucieux de procurer à leur clientèle des scions greffés dont le porte-greffe est parfaitement identifié, conforme et homogène.

- **Bouture à l'étouffée**

Dans cette configuration, on place la bouture et son pot sous une cloche, une demi-bouteille plastique ou une **mini serre**, cela permettra de maintenir une bonne humidité et une bonne température.

Cette méthode accélère l'apparition des racines et est adaptée pour de nombreux végétaux.

Attention à bien placer la bouture à l'étouffée en pleine lumière (mais sans soleil direct) et à aérer s'il y a trop de condensation.

Le bouturage d'avocatier dans notre essai, s'est déroulé sous serre au niveau du jardin botanique de notre université.

Nous avons coupés 03 boutures de l'arbre mère, qui se trouve au niveau du jardin botanique.

Les boutures ont été mises en bouteille en plastique de deux litres, les bouteilles ont été coupées en deux, de façon à récupérer la partie basale pour mettre les boutures et la partie supérieure pour servir de couvercle. Le substrat utilisé est constitué de (sable de l'Oued tamisé, terre franche tamisée et de la tourbe), puis nous les avons recouverts avec le dessus des bouteilles, nous l'avons arrosé avec de l'eau distillée (Fig 42). La date de mise en bouteille des boutures (04 mai 2022). Trois boutures ont été mises en bouteille. L'entretien des boutures concerne l'irrigation des boutures (1 fois par semaine).



Figure 42. Différentes étapes de bouturage d'avocatier

Jardin botanique (université)

4. Résultats et discussion

Après avoir mené notre essai sur la multiplication de l'avocatier au niveau des jardins de l'Université de Skikda, des résultats préliminaires ont été obtenus et concerne :

Les résultats du greffage : le greffage s'est effectué en mois février de l'année 2022, après suivi de nos plants greffés, nous avons constaté qu'il n'y avait pas de reprise après greffage, donc notre greffage a échoué et ce suite à de mauvaises conditions de greffage et selon les techniciens du jardin cette technique et l'assemblage entre avocatier et laurier doit être effectuée dans de bonnes conditions (Fig 43).



Figure 43.Résultat de greffage

- **Résultat du greffage à l'œil dormant**

Le greffage n'a pas abouti et toutes les greffes effectuées n'ont pas réussis (Fig.....).Les opérations de greffage en général consiste à réunir toutes les conditions de la réussite de la greffe en plus il faut faire un nombre élevé de greffes, vu la non disponibilité de matériel végétal. Le nombre de greffe a été limité (Fig 44).



Figure 44.Résultat du greffage à œil dormant

- **Marcottage aérien**

Les résultats du marcottage aérien ont été satisfaisants, en effet trois marcottages ont réussi et des racines ont été observées au bout d'une vingtaine de jours (Fig 45). Les marcottes sont toujours sur les branches de l'arbre et on compte les sevrer prochainement.



Figure 45. Résultat de marcottage aérien

- **Bouturage**

Après dix jours de leur mise en bouteille, nous avons obtenu un bon résultat de reprise des boutures et ce malgré les conditions de travail très restreint, donc cette méthode est très réussie 100% (Fig,46)



Figure 46. Résultat de bouturage

Discussion

Malgré peu de conditions réunies, nous avons entrepris nos travaux avec des conditions très limitées de matériel végétal utilisé et des moyens matériels. L'expérience de nos techniciens exerçant à l'Université, a été un plus pour nos travaux d'expérimentation.

Les résultats obtenus méritent d'être pris en considération pour des futurs essais et dans des conditions de travail, car ces espèces méritent d'être bien encadrées en matière de besoins pour la réalisation de techniques de leur multiplication.

4. Conclusion

L'ancienne école d'agriculture dispose d'un patrimoine végétal d'une valeur inestimable comprenant plusieurs collections végétales constituant un pôle très important en arboriculture fruitière et en viticulture et en espèces exotiques, apparemment, il existe des microclimats au niveau de ces zones et ce à travers les plantations des différentes espèces tropicales. Des espèces exotiques sont plantées en bordure des allées et au niveau des jardins soit en masse ou en isolé, malheureusement ces espèces sont en voie de disparition si aucune action de sauvegarde ne sera effectuée nous allons assister à la disparition de certaines espèces qui ne comptent que 2 ou trois

pieds. Les actions à entreprendre doivent toucher les espèces exotiques disponibles et procéder d'abord à leur multiplication ensuite à leur identification.

Dans cette perspective nous avons voulu travailler sur la multiplication de cette espèce, avec peu de moyens disponibles et le temps consacré pour ce genre de travaux, qui nécessite au moins une année pour avoir du temps pour les différentes activités de semis greffage et autres. Selon les travaux entrepris il y a quelques années de là, sur cette espèce en matière de semis greffage, les résultats montrent que le semis à partir de novembre jusqu'à février, donne avec des taux de reprise allant jusqu'à 75% (Chalabi, 2016), pour le greffage et selon le type de greffe, des modes de greffages peuvent s'effectuer à partir du mois d'octobre (greffe en écusson), la mini-greffe en mois d'avril-Mai avec respectivement, 30% et 85% de réussite.

Enfin, à travers les résultats que nous avons obtenu et ceux obtenus auparavant par Monsieur Chalabi ancien Ingénieur de l'école d'agriculture, témoignent de la possibilité de multiplier cette espèce à grande échelle et cela est également confirmé par les résultats de sa multiplication dans la zone de Collo par Monsieur Foufou, enseignant chercheur au niveau de l'Université de Skikda (laboratoire LOPAAZ), en effet, des fruits ont été obtenus par multiplication par greffage.

Notre essai doit être reconduit avec les trois techniques de multiplication avec des conditions plus propices pour cette culture tropicale.

Conclusion

L'ancienne école d'agriculture dispose d'un patrimoine végétal d'une valeur inestimable comprenant plusieurs collections végétales constituant un pôle très important en arboriculture fruitière et en fruits tropicaux. De nombreuses espèces tropicales (exotiques) sont plantées en bordure des allées et au niveau des jardins soit en masse ou en isolé. Certaines constituent des collections qui ne sont pas encore identifiées telles que le Feijoa, le plaqueminier, le cerisier de Cayenne et l'avocatier. En effet, certains résultats ont été obtenus pour la multiplication en vue de sauvegarde tels que pour l'espèce goyavier et l'avocatier. Notre étude menée sur la multiplication de l'avocatier au niveau des jardins de l'Université a porté sur différentes techniques de multiplication à savoir le bouturage, le greffage et le marcottage aérien. Le greffage n'a pas abouti, le marcottage aérien a réussi et en cours pour sevrage des plants obtenus au nombre de (...). Enfin, le bouturage (nombre de boutures) a également réussi et on compte greffer ces boutures ultérieurement. Seulement, il faut rappeler que nous avons travaillé avec peu de moyens et des conditions minimales. Toutes ces espèces exotiques sont aptes à la multiplication, chacune son type de multiplication, et donnent de bons résultats selon les travaux précédents effectués par Monsieur Chalabi et dont beaucoup d'espèces ont été sauvegardées telles que l'avocatier, le goyavier etc.

Nous recommandons de reconduire ces essais avec cette espèce et d'autres espèces selon les objectifs de la sauvegarde du patrimoine ressources génétique de notre Université, dans de bonnes conditions de travail et en réunissant tous les ingrédients afin d'obtenir des résultats qui permettent d'aller plus loin dans la possibilité de multiplier à grand échelle l'avocatier ce fruit miraculeux.

A decorative graphic of a scroll with a light green border and three grey circular tabs at the top corners. The text is centered within the scroll.

Référence Bibliographique

Référence Bibliographique

- Agri Maroc, (2019) -Une méthode pour détecter les avocats pourris, agrimaroc.ma/méthode-détecter-avocats-pourris, consulté 13 Mars 2022.
- Bonnassieux, (1987) -des fruits. Fruit exotique : 170p.
- Cadlillat, (1974) -eximination des superficies consacrées à l'avocatier : 31p.
- Carra et Gueit, (1948) -Biologie Florale De L'avocatier En Algérie .Algerian Annalis of A.
- Catherine, (2021) - L'avocat. Un fruit exotique aux nombreux bienfaits.https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=avocat_nu, consulté 14 Avril 2022).
- Chalabi, (2014) -Espces fruitières de l'ancienne école d'agriculture de Skikda : recensement et sauvegarde. Mémoire de magister : Agronomie Arboriculture fruitières en zone subhumide : université 20 Aout 1955 : SKIKDA, 119p.
- Citado, (2017) -chenille de la graine de l'avocatier. bsvguyane.wordpress.com/chenille-de-la-graine-de-l'avocatier,consulté 10 Mars 2022
- Cophyto, (2018) -Le tigre l'avocatier.<https://bsvguyane.wordpress.com/le-tigre-de-lavocatier>,consulté 26 février 2022.
- Ecophyto, (2018)-Anthracnose de l'avocatier. <https://bsvguyane.wordpress.com/anthracnose-de-lavocatier>, consulté 22 février 2022.
- Exotic fruit box, (2022) -Avocat. <https://exoticfruitbox.com/fr/fruits-exotiques/avocat> , consulté 25 janvier 2022.
- Gaillard et Godefroy, (1987) -L'avocatier, Maisonneuve et Larose1994, Techniques agricoles et productions tropicales. Ecologie : V.
- Gaillard et Godefroy, (1987) -Maisonneuve et Larose1994. Eléments du prix de revient de la culture de l'avocatier : XII.
- Gaillard et Godefroy, (1987) -Maisonneuve et Larose1994. Techniques agricoles et productions tropicales. L'avocatier dans le monde : VI.
- Gaillard et Godefroy, (1987) -Maisonneuve et Larose1994. Techniques agricoles et productions tropicales. Botanique : II.
- Goto, Y.B, (1960) -Lychee and its processing.in pacifie Région Food conference :15-23p agronomy :1-7p.

- Hamilton RG, (2005) -<https://pharmactuel.com>.
- Hayes.W.B, (1957) -3rd.Rev.ed.'Fruit Growing in india',Kitabistan,Allahabad : 323-32p.
- Isabelle C, (2018) -la verticilles, <https://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/verticilliose,1688.html> .consulté 13 Mars 2022.
- ITAFV, (2018) -La plantation : 31P, 32P.
- ITAFV, (2018) -Le Kiwi : 11p.
- ITAFV, (2018) -les caractéristique de l'huile de l'avocatier : 34 p, 35p.
- ITAFV, (2018) – Morphologie, Floraison et pollinisation : 19p ,20P ,21P.
- ITAFV, (2018)-Le Feijoa : 04p.
- ITAFV, 2018) -l'avocatier : p19.
- Jardinerions, (2019) - Les pires maladies de l'avocat, <https://www.jardineriaon.com/fr/maladies-de-l%27avocat.html>,consulté 11 Mars 2022.
- Jenuwein, (1988) -Avocado, banana, coffe, how to gow useful exotique plants for fun. British Museum Natural history.
- Lichou J.et Vogel R, (1972) -Biologie florale de l'avocatier en Corse .fruits :33p.
- Miriele (2002) -Memento de l'agronomie. Ed CIRDA et Gret,jouve .paris :930p.
- Nakasone and Paull, (1998) -Tropical Fruits. CAB International, Wallingford : 132-148p.
- Omar Chefrais ,(2021) -<https://omarchefrais-magasins.com/2021/01/25/liste-fruits-exotiques> . consulté 04 Mars 2022.
- P.Gaillarda et J. Godefroy, (1994) -L'avocatier. Maisonneuve et Larose.1994, La multiplication de l'avocatier : VI.
- Tao, (1955) -Ochse et al. 1961.
- Vigot, (2019) - Les bienfaits de l'avocatier. <https://sante.journaldesfemmes.fr/fiches-nutrition/2530660-avocat-liste-de-ses-bienfaits-sante/>,consulté 03 Mars 2022.
- Vogel R, (1970) -L'avocatier en Corse. Editions INRA, 20230 San Nicolao, France: 26 p.
- Willemse, (4 mai 2021) -les 4 variétés d'avocatier à cultiver au jardin ou dans le verger. <https://conseils-jardin.willemsefrance.fr/avocatier-varietes-association-jardin> , consulté 02 janvier 2022).

Nom et prénom : Mlle Tilani Norane

Nom et prénom : Mlle Farah Rayane

Nom et prénom : Mlle ghdira mezdad ines

Titre : l'étude de l'avocatier et la possibilité de sa culture en Algérie

Résumé : Dans le cadre de la sauvegarde des espèces exotiques de l'Université de Skikda, notre étude a été consacrée à la multiplication de l'espèce d'avocatier (...), cette espèce est représentée par trois plants non identifiés. Les méthodes de multiplication de cette espèce restent, le semis et le greffage, mais d'autres techniques peuvent également donner des résultats avec beaucoup de soins à apporter pendant la période d'élevage. Les trois techniques de multiplication que nous avons utilisées sont toutes citées dans la littérature. Les résultats de nos travaux sont en cours pour le bouturage et le marcottage aérien par contre le greffage n'a pas réussi, suite à de mauvaises conditions de travail. Ce travail, devrait être reconduit dans de bonnes conditions pour aboutir à des résultats satisfaisants.

ملخص

في إطار حماية الأصناف الاستوائية في جامعة سكيكدة، خصصت دراستنا لتكاثر أنواع شجرة الأفوكادو (...)، ويمثل هذا النوع ثلاثة نباتات مجهولة الهوية. طرق التكاثر لهذا النوع تبقى، البذر والتطعيم، ولكن التقنيات الأخرى يمكن أن تعطي نتائج بعناية كبيرة يجب أخذها خلال فترة التكاثر. تم ذكر تقنيات الثلاثة التي استخدمناها. نتائج عملنا جارية للقطع وطبقات الهواء، لكن التطعيم لم ينجح، بسبب ظروف العمل السيئة. يجب تكرار هذا العمل في ظل ظروف جيدة لتحقيق نتائج مرضية.

Abstract

As part of the safeguarding of exotic species at the University of Skikda, our study was devoted to the multiplication of the species of avocado tree (...), this species is represented by three unidentified plants. The propagation methods of this species remain, sowing and grafting, but other techniques can give results with great care to be taken during the breeding period. The three multiplication techniques we used are all cited in the literature. The results of our work are in progress for cuttings and air layering; however, the grafting did not succeed, due to poor working conditions. This work should be repeated under good conditions to achieve satisfactory results.

Mots clés : avocatier, multiplication, tropical, Université de Skikda

Année Universitaire : 2021/2022