

PRODUCTION  

---

GUIDE

GUIDE DE  
PRODUCTION  
DURABLE  
DE L'AVOCAT



COLEAD

La présente publication a été développée par le programme Fit For Market SPS, mis en œuvre par le COLEAD dans le cadre de la Coopération au développement entre l'Organisation des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (OEACP) et l'Union européenne (UE). Il convient de noter que les informations présentées ne reflètent pas nécessairement le point de vue de ses bailleurs de fonds.

Cette publication fait partie intégrante d'une collection de ressources du COLEAD, qui se compose d'outils et de matériels pédagogiques et techniques, en ligne et hors ligne. L'ensemble de ces outils et méthodes est le résultat de plus de 20 années d'expérience et a été mis en place progressivement à travers des programmes d'assistance technique mis en œuvre par le COLEAD, notamment dans le cadre de la coopération au développement entre l'OEACP et l'UE.

L'utilisation de désignations particulières de pays ou de territoires n'implique aucun jugement de la part du COLEAD quant au statut légal de ces pays ou territoires, de leurs autorités et institutions ou de la délimitation de leurs frontières.

Le contenu de cette publication est fourni sous une forme « actuellement disponible ». Le COLEAD ne donne aucune garantie, directe ou implicite, concernant l'exactitude, l'exhaustivité, la fiabilité, la pertinence de l'information à une date ultérieure. Le COLEAD se réserve le droit de modifier le contenu de cette publication à tout moment, sans préavis. Le contenu peut contenir des erreurs, des omissions ou des inexactitudes, et le COLEAD ne peut garantir l'exactitude ou l'exhaustivité du contenu.

Le COLEAD ne peut garantir que le contenu de cette publication sera toujours à jour ou qu'il conviendra à des fins particulières. Toute utilisation du contenu se fait aux risques et périls des utilisateurs, qui sont seuls responsables de leur interprétation et de leur utilisation des informations fournies.

Le COLEAD décline toute responsabilité en cas de préjudice, de quelque nature que ce soit, résultant de l'utilisation ou de l'impossibilité d'utiliser le contenu de cette publication, y compris mais sans s'y limiter, les dommages directs, indirects, spéciaux, accessoires ou consécutifs, la perte de profits, la perte de données, la perte d'opportunité, la perte de réputation, ou toute autre perte économique ou commerciale.

En outre, il pourrait être nécessaire d'adapter ou de reconsidérer les informations présentées pour répondre à des conditions agroécologiques locales spécifiques. Lors de l'utilisation, de la manipulation ou du stockage de tout produit agrochimique approuvé, il est essentiel de toujours lire et suivre les instructions figurant sur l'étiquette du produit. Toutefois, le COLEAD peut recommander des BPA pour les produits phytosanitaires qui diffèrent de l'étiquette du produit et qui ont été élaborées sur la base d'essais réalisés dans des conditions locales. Notez également que les recommandations de ce guide peuvent parfois être données en utilisant des unités de mesure différentes de celles utilisées sur l'étiquette d'un produit donné. Il faudra donc faire attention au calcul des doses.

Cette publication peut contenir des hyperliens. Les liens vers des sites / plates-formes autres que ceux de COLEAD sont fournis uniquement à titre d'information sur des sujets qui peuvent être utiles au personnel du COLEAD, à ses partenaires-bénéficiaires, à ses bailleurs de fonds et au grand public. Le COLEAD ne peut pas et ne garantit pas l'authenticité des informations sur Internet. Les liens vers des sites / plates-formes autres que ceux de COLEAD n'impliquent aucune approbation officielle ou responsabilité quant aux opinions, idées, données ou produits présentés sur ces sites, ni aucune garantie quant à la validité des informations fournies.

Sauf indication contraire, tout le matériel contenu dans la présente publication est la propriété intellectuelle du COLEAD et est protégée par des droits d'auteur ou autres droits similaires. Ce contenu étant compilé exclusivement à des fins éducatives et/ou techniques, la publication peut contenir des éléments protégés par des droits d'auteur dont l'utilisation ultérieure n'est pas toujours spécifiquement autorisée par le titulaire de ces droits.

La mention de noms de sociétés ou de produits spécifiques (qu'ils soient ou non indiqués comme enregistrés) n'implique aucune intention de porter atteinte aux droits de propriété et ne doit pas être interprétée comme une approbation ou une recommandation de la part du COLEAD.

La présente publication est publiquement disponible et peut être librement utilisée à condition que la source soit mentionnée et/ou que la publication reste hébergée sur l'une des plateformes du COLEAD. Cependant, il est strictement interdit à toute tierce partie de représenter ou laisser entendre publiquement que le COLEAD participe à, ou a parrainé, approuvé ou endossé la manière ou le but de l'utilisation ou la reproduction des informations présentées dans la présente publication, sans accord écrit préalable du COLEAD. L'utilisation du contenu de la présente publication par une tierce partie n'implique pas une quelconque affiliation et/ou un quelconque partenariat avec le COLEAD.

De même, l'utilisation d'une marque commerciale, marque officielle, emblème officiel ou logo du COLEAD, ni aucun de ses autres moyens de promotion ou de publicité, est strictement interdite sans le consentement écrit préalable du COLEAD. Pour en savoir plus, veuillez contacter le COLEAD à l'adresse [network@colead.link](mailto:network@colead.link)



**FIT  
FOR  
MARKET** | **SPS**

# TABLE DES MATIÈRES

<b>1. DE QUOI L'AVOCATIER A-T-IL BESOIN ?</b> .....	<b>7</b>
<hr/>	
<b>1.1. INTRODUCTION</b> .....	<b>8</b>
<b>1.2. CLIMAT</b> .....	<b>8</b>
1.2.1. TEMPÉRATURE .....	8
1.2.2. PRÉCIPITATIONS .....	9
1.2.3. HUMIDITÉ RELATIVE (HR) .....	9
<b>1.3. ALTITUDE</b> .....	<b>9</b>
<b>1.4. EAU</b> .....	<b>9</b>
<b>1.5. SOL</b> .....	<b>10</b>
1.5.1. STRUCTURE, TEXTURE ET PROFONDEUR DU SOL .....	10
1.5.2. PH DU SOL .....	10
1.5.3. TENEUR EN MATIÈRES ORGANIQUES .....	10
1.5.4. SALINITÉ .....	10
<b>1.6. NUTRITION</b> .....	<b>11</b>
1.6.1. AZOTE .....	11
1.6.2. PHOSPHORE .....	12
1.6.3. POTASSIUM .....	12
1.6.4. CALCIUM .....	14
1.6.5. MAGNÉSIUM .....	14
1.6.6. SOUFRE .....	15
1.6.7. CHLORE .....	15
1.6.8. MANGANÈSE .....	15
1.6.9. ZINC .....	16
1.6.10. FER .....	17
1.6.11. CUIVRE .....	18
1.6.12. BORE .....	18
<b>RÉSUMÉ DES PRINCIPAUX POINTS</b> .....	<b>21</b>

<b>2. CHOIX DE PRÉ-PLANTATION</b>	<b>23</b>
<hr/>	
<b>2.1. CHOIX D'UNE PARCELLE</b>	<b>24</b>
<b>2.2. MATÉRIEL DE PLANTATION</b>	<b>25</b>
2.2.1. PORTE-GREFFES ET CRITÈRES DE SÉLECTION	25
<b>2.3. VARIÉTÉS D'AVOCAT</b>	<b>27</b>
2.3.1. HASS	27
2.3.2. FUERTE	29
2.3.3. BACON	31
2.3.4. EDRANOL	32
2.3.5. ETTINGER	34
2.3.6. PINKERTON	35
2.3.7. REED	37
2.3.8. AUTRES CULTIVARS	38
<b>2.4. PÉRIODE DE CROISSANCE</b>	<b>39</b>
<b>2.5. MÉTHODE DE PLANTATION</b>	<b>39</b>
<b>2.6. GESTION DES PÉPINIÈRES DE PLANTS</b>	<b>39</b>
2.6.1. EMBLACEMENT DES PÉPINIÈRES	39
2.6.2. SOL	39
2.6.3. MATÉRIEL DE PLANTATION	40
2.6.4. MATÉRIEL DE PLANTATION EXEMPT DE NUISIBLES	40
2.6.5. LA PÉPINIÈRE	40
2.6.6. GREFFAGE	41
<b>2.7. IRRIGATION</b>	<b>44</b>
2.7.1. IRRIGATION GOUTTE À GOUTTE	44
2.7.2. ARROSEURS SOUS LES ARBRES	45
<b>2.8. CULTURES INTERCALAIRES ET AUTRES ASSOCIATIONS</b>	<b>47</b>
<b>RÉSUMÉ DES PRINCIPAUX POINTS</b>	<b>49</b>
<b>3. PRÉPARATION DE LA PARCELLE</b>	<b>51</b>
<hr/>	
<b>3.1. AMÉNAGEMENT PAYSAGER</b>	<b>52</b>
3.1.1. DRAINAGE	52
3.1.2. HAIES/BRISE-VENT	53
<b>3.2. GESTION DES MAUVAISES HERBES</b>	<b>54</b>

3.3. PRÉPARATION DU SOL .....	55
3.4. AMENDEMENTS DU SOL AVANT LA PLANTATION .....	55
3.5. TRANSFORMATION D'UNE PARCELLE EXISTANTE .....	56
RÉSUMÉ DES PRINCIPAUX POINTS .....	57
<b>4. PLANTATION DE L'AVOCATIER .....</b>	<b>59</b>
<hr/>	
4.1. CALENDRIER DE PLANTATION .....	60
4.2. DENSITÉ DES ARBRES .....	60
4.3. PLAN DE PLANTATION .....	61
4.4. MÉTHODE DE PLANTATION .....	62
4.4.1. TROU DE PLANTATION .....	62
4.4.2. PLANTATION .....	62
4.4.3. SOINS PRÉCOCES DES ARBRES .....	63
4.4.4. TUTEURS POUR PLANTS .....	63
RÉSUMÉ DES PRINCIPAUX POINTS .....	64
<b>5. GESTION DE L'AVOCATIER .....</b>	<b>67</b>
<hr/>	
5.1. EAU .....	68
5.1.1. IRRIGATION EN EXCÈS .....	68
5.2. ENGRAIS .....	70
5.2.1. FUMIER ORGANIQUE/ANIMAL .....	75
5.3. COUVERTURE DES SOLS .....	76
5.3.1. PAILLAGE .....	76
5.3.2. CULTURES DE COUVERTURE .....	78
5.4. GESTION DES MAUVAISES HERBES .....	78
5.4.1. SURVEILLANCE DES MAUVAISES HERBES .....	79
5.4.2. PRATIQUES CULTURALES ET MÉCANIQUES .....	79
5.4.3. TRAVAIL DU SOL .....	81
5.4.4. LUTTE CHIMIQUE .....	83
5.5. TAILLE .....	84
5.6. NOUAISSON DES FRUITS .....	89
5.6.1. POLLINISATION .....	89

5.7. INDUCTION FLORALE .....	93
5.8. NOUAISSON DES FRUITS .....	93
5.9. ÉCLAIRCISSEMENT DES FRUITS .....	94
RÉSUMÉ DES PRINCIPAUX POINTS (1) .....	95
RÉSUMÉ DES PRINCIPAUX POINTS (2) .....	96
<b>6. NUISIBLES ET MALADIES DE L'AVOCATIER .....</b>	<b>99</b>
<hr/>	
6.1. PRINCIPAUX NUISIBLES ET MALADIES .....	100
6.2. LUTTE INTÉGRÉE CONTRE LES NUISIBLES .....	102
6.3. LES PRINCIPES DE LA LUTTE INTÉGRÉE CONTRE LES NUISIBLES (IPM), CONCEPTION DE STRATÉGIES IPM .....	103
6.3.1. CONSIDÉRATIONS ENVIRONNEMENTALES .....	103
6.3.2. RÔLE DE LA SURVEILLANCE ET DU SUIVI DANS L'IPM .....	103
6.3.3. LUTTE CONTRE LES ENNEMIS NATURELS .....	104
6.3.4. PRATIQUES CULTURALES .....	104
6.3.5. UTILISATION RATIONNELLE DES PRODUITS DE PROTECTION DES PLANTES .....	104
6.4. NOTE PRÉLIMINAIRE .....	105
6.5. INSECTES NUISIBLES DE L'AVOCAT .....	106
6.5.1. MOUCHES DES FRUITS .....	106
6.5.2. FAUX CARPOCAPSE .....	123
6.5.3. THRIPS .....	134
6.5.4. ALEURODES (MOUCHES BLANCHES) .....	144
6.5.5. LE SCOLYTE DE L'AVOCATIER .....	154
6.5.6. LE TIGRE DE L'AVOCATIER .....	163
6.5.7. PUNAISES .....	168
6.5.8. COCHENILLES .....	173
6.5.9. ACARIENS .....	179
6.5.10. NÉMATODES .....	183
6.6. MALADIES FONGIQUES DE L'AVOCAT .....	187
6.6.1. ANTHRACNOSE .....	187
6.6.2. POURRITURE DU FRUIT .....	193
6.6.3. POURRITURE PHYTOPHTORÉENNE DES RACINES .....	196
6.6.4. FLÉTRISSION VERTICILLIENNE DE LA LUZERNE .....	201
6.6.5. CERCOSPORIOSE .....	204
6.6.6. POURRITURES AU POINT D'ATTACHE .....	209
6.6.7. GALE DE L'AVOCAT .....	213

6.7. MALADIES BACTÉRIENNES DE L'AVOCATIER .....	217
6.7.1. CHANCRE BACTÉRIEN .....	217
6.8. AUTRES AGENTS PATHOGÈNES RESPONSABLES DES MALADIES DE L'AVOCAT .....	220
6.8.1. SUN BLOTCH DE L'AVOCATIER (ASBVD) .....	220
6.9. TABLEAU RÉCAPITULATIF DES INGRÉDIENTS/AGENTS BIOLOGIQUES CONTRE LES NUISIBLES DE L'AVOCATIER .....	224
6.10. TABLEAU RÉCAPITULATIF DES INGRÉDIENTS ACTIFS/AGENTS BIOLOGIQUES CONTRE LES MALADIES DE L'AVOCATIER .....	228
7. RÉCOLTE .....	231
<hr/>	
7.1. RÉCOLTE DE L'AVOCAT .....	232
7.2. INTRODUCTION .....	232
7.3. QUALITÉ COMMERCIALE .....	232
7.4. NORMES COMMERCIALES .....	232
7.5. PRÉFÉRENCES DES CONSOMMATEURS .....	232
7.6. INDICES DE MATURITÉ POUR LA RÉCOLTE DES AVOCATS .....	234
7.7. MATURITÉ PHYSIOLOGIQUE .....	235
7.8. JOURS POUR RÉCOLTER APRÈS LA PLANTATION ET LA FLORAISON .....	236
7.9. SUR-MATURITÉ .....	237
7.10. RÉCOLTE .....	238
7.11. HYGIÈNE .....	242
8. MANIPULATION POST-RÉCOLTE .....	245
<hr/>	
8.1. MANIPULATION SUR LE TERRAIN .....	246
8.2. TRANSPORT AU CENTRE DE CONDITIONNEMENT .....	247
8.3. CENTRE DE CONDITIONNEMENT .....	248
8.3.1. RÉCEPTION DES FRUITS DANS LE CENTRE DE CONDITIONNEMENT .....	248
8.3.2. TRI ET CALIBRAGE .....	249
8.3.3. TRAITEMENT POST-RÉCOLTE .....	250
8.3.4. PRÉ-REFROIDISSEMENT .....	250
8.3.5. MÛRISSEMENT DES FRUITS .....	251
8.3.6. AUTOMATISATION DU CONDITIONNEMENT DES AVOCATS .....	252
9. RÉFÉRENCES .....	255
<hr/>	





# 1

DE QUOI  
L'AVOCATIER  
A-T-IL  
BESOIN ?

## 1.1. INTRODUCTION

L'avocatier (*Persea americana* Mill.) est une espèce d'arbre polymorphe connue depuis de longs siècles, soit au moins depuis 1519. Son fruit est aujourd'hui très apprécié et important dans l'alimentation et la nutrition et a acquis une reconnaissance mondiale et un volume significatif dans le commerce international. Le nom français le plus courant de ce fruit, avocat, est une modification du nom espagnol, *aguacate* ou *ahuacate*, dérivé du mot nahuatl *ahuacatl*. Le nom commun du fruit en néerlandais est *advocaat* ou *avocat*, en allemand *Abakate*, et *abacate* en portugais. Alligator pear et midshipman's butter sont des noms anglais quelque peu fantaisistes également utilisés occasionnellement pour désigner ce fruit (Knight, 2002). L'avocat est un ingrédient de denrées de grande consommation, comme le guacamole. Il est également consommé dans des salades ou mangé accompagné de sucre, dans des glaces ou des milk-shakes dans diverses parties du monde. Le fruit est riche en protéines, vitamines, lipides et acides gras. On pense que l'avocatier est originaire d'une vaste zone géographique qui s'étend des hauts plateaux orientaux et centraux du Mexique à la côte pacifique de l'Amérique centrale, en passant par le Guatemala. Il peut donc notamment pousser dans des conditions climatiques variées, dans des conditions de sol différentes et s'adapter à des environnements nutritionnels variés.

## 1.2. CLIMAT

Les types d'avocatiers cultivés pour l'exportation sont adaptés à un large éventail de conditions subtropicales. Les arbres peuvent tolérer de basses températures, des températures élevées (mais idéalement pas plus de 30°C) et un éventail de conditions de précipitations et d'humidité. L'arbre a une très faible résistance au gel. Dès lors, il ne poussera pas dans des régions susceptibles de connaître des gelées.

### 1.2.1. TEMPÉRATURE

Au niveau planétaire, les avocatiers sont cultivés dans un large éventail de températures. Les exigences de température sont différentes pour les cultivars « subtropicaux » (hybrides mexicains, guatémaltèques et guatémaltèques\* mexicains) et « tropicaux » (antillais et antillais\* guatémaltèques) (Wolstenholme, 2002). L'avocatier Hass a besoin d'une température optimale de 25-28°C. Pour la plupart des variétés d'avocatiers, la température maximale doit être <30°C. Les températures supérieures à 35°C sont tolérées mais avec un effet négatif sur le rendement et la taille des fruits.

### 1.2.2. PRÉCIPITATIONS

Les précipitations ne doivent pas être inférieures à 1 000 mm et être bien réparties. Un taux d'humidité élevé et des averses légères au moment de la floraison et de la nouaison assureront de bons rendements. Lorsqu'un complément d'eau est apporté par irrigation, il doit être léger et fréquent et ne pas dépasser 50 mm à la fois. Lorsque les précipitations sont très élevées (> 1 800 mm) avec plusieurs mois très humides (> 300 mm), le risque de pourriture des racines est important.

### 1.2.3. HUMIDITÉ RELATIVE (HR)

L'humidité relative est un facteur important de la culture de l'avocat en raison de son rôle dans l'aggravation (faible HR) ou l'atténuation (HR élevée) du stress physiologique. Une HR élevée et des températures fraîches pendant la saison de croissance entraînent un stress environnemental minimal et une excellente performance du «Hass», mais sont à l'origine de problèmes d'absorption du bore et du calcium, qui jouent un rôle clé dans la croissance et la qualité des fruits (Sale, 1997). Une HR élevée joue un rôle bénéfique dans la modulation du stress, améliorant ainsi les possibilités de photosynthèse en maintenant une conductivité stomatique modérée à élevée (Schaffer et Whiley, 2002).

### 1.3. ALTITUDE

Dans les régions tropicales, les avocateurs peuvent être cultivés à une altitude d'environ 1 500 à 2 100 mètres au-dessus du niveau de la mer (asl), mais ils peuvent pousser à n'importe quelle altitude < 2 500 mètres asl. Au Kenya, la culture est généralement pratiquée dans les régions montagneuses, entre 1 200 et 1 800 mètres asl.

### 1.4. EAU

Les avocateurs ont des besoins en eau variables selon les variétés ou les races. Dans les zones tropicales/subtropicales, un total de 1 000 mm est considéré comme la quantité minimale souhaitable de précipitations par an et doit être bien répartie. Une irrigation complémentaire est toutefois souvent recommandée pendant la floraison et la nouaison. Une pluie trop abondante pendant la floraison peut également entraîner une perte de fleurs et une réduction de la récolte. Une pluviométrie annuelle «modérée», comprise entre 1 250 et 1 750 mm, de préférence bien répartie, avec une certaine forme d'irrigation d'appoint pour les périodes sèches est recommandée (Wolstenholme, 2002). L'eau doit être propre et exempte de contaminants tels que les métaux lourds et les produits chimiques.

## 1.5. SOL

### 1.5.1. STRUCTURE, TEXTURE ET PROFONDEUR DU SOL

L'avocatier se développe bien dans de nombreux types de sols, à condition qu'ils soient profonds, perméables et bien drainés. Une bonne aération du sol est nécessaire et une profondeur d'au moins 1 mètre de couche arable est recommandée. L'engorgement par l'eau est une condition de sol à éviter absolument car les pourritures des racines, comme le *Phytophthora*, peuvent constituer un grave problème pour les avocatiers.

Une teneur en argile du sol de 20 à 40 % est fortement recommandée. Les sols dont la teneur en argile est inférieure à 13 % sont considérés comme des « sols sableux » et ont une capacité de rétention d'eau limitée, tandis que les sols à forte teneur en argile peuvent facilement se gorger d'eau, ce qui peut nuire à la santé des racines des avocatiers.

### 1.5.2. PH DU SOL

Le pH optimal du sol semble se situer autour de 6,2 à 6,5, mais les avocatiers sont cultivés avec succès à un pH de 5 à 8. Si la pourriture phytophthoréenne est un problème présent dans la région, il faut vérifier le pH du sol. L'apport de gypse ( $\text{CaSO}_4$ ) peut être nécessaire si le pH est supérieur à 6,5 et que les niveaux de calcium du sol semblent favoriser la suppression. Un labour profond et des apports de chaux (le cas échéant) et de superphosphate sont recommandés pour ajuster le pH du sol avant la plantation.

### 1.5.3. TENEUR EN MATIÈRES ORGANIQUES

Une teneur raisonnable en matières organiques du sol est une bonne chose pour l'avocatier, mais si les niveaux sont un peu bas au moment de la plantation, on peut compléter avec des paillis et des engrais pendant la durée de vie de la culture.

### 1.5.4. SALINITÉ

Les avocatiers sont sensibles au sel, et sont particulièrement sensibles à des niveaux excessifs de chlore. La culture d'avocatiers dans des conditions arides / semi-désertiques augmente le risque de niveaux élevés de salinité dans les eaux souterraines.

## 1.6. NUTRITION

La croissance et le rendement des plants sont clairement affectés lorsque la disponibilité des nutriments (macro- et/ou micronutriments) est insuffisante, excessive ou déséquilibrée, car les fonctions normales des plants sont altérées dans les deux cas. Pour conserver ou restaurer la fertilité des sols, il est important d'effectuer des analyses du sol et/ou des plants afin d'orienter la gestion appropriée des micro et macronutriments ainsi que des matières organiques, comme la section 5.2 en fait la description plus détaillée.

Voici cependant quelques carences nutritionnelles courantes qui affectent la production d'avocats, ainsi que leurs symptômes.

### 1.6.1. AZOTE

On pense que la croissance et le développement de l'avocatier sont fortement influencés par l'azote (N). La croissance des pousses est limitée par la carence en azote, qui se manifeste par de petites feuilles pâles et une chute prématurée des feuilles. Les nervures des feuilles jaunissent en cas de carence aiguë en N (Fig. 1) (Lahav et Whiley, 2002). Une carence en azote provoque aussi souvent un léger enroulement des feuilles vers l'intérieur (Fig. 2).



Figure 1 — Réduction de la chlorophylle sur une feuille d'avocatier en raison d'une carence en azote entraînant une perte de couleur. La couleur normale s'estompe légèrement au début et les stades ultérieurs présentent une perte uniforme de la couleur. On observe également un retard dans l'élongation des pousses (Photo: Just Avocados Ltd, 2018)



Figure 2 — Feuilles d’avocatier enroulées vers l’intérieur à la suite d’une carence en azote.  
(Photo : Newett *et al.* 2001)

### 1.6.2. PHOSPHORE

Les symptômes de carence en phosphore (P) sont peu fréquents dans les vergers d’avocatiers. Certaines études ont identifié des symptômes tels qu’une diminution du développement végétatif, des feuilles brûlées/taches nécrotiques, une chute précoce des feuilles, un mauvais développement des fruits et un dépérissement des branches des avocatiers. Cependant, les connaissances sont encore limitées sur l’impact direct du P sur le rendement des avocatiers (Lahav et Whiley, 2002 ; Spann, 2019).

### 1.6.3. POTASSIUM

Des feuilles minuscules et minces comportant des taches nécrotiques brun-rouge qui se développent sur les feuilles les plus anciennes et qui s’étendent ensuite sur tout le limbe entre les nervures principales sont des symptômes typiques de carence en potassium (K) (Fig. 3). Les rameaux des arbres fortement déficients sont très petits, et on observe un certain dépérissement ou une brûlure marginale (figure 4) (Lahav et Whiley, 2002 ; Spann, 2019). Cependant, la carence en K des avocatiers peut être difficile à détecter, car elle se manifeste par une chlorose et une nécrose des extrémités et des bords des feuilles plus anciennes, qui est parfois cachée par une brûlure des extrémités induite par la toxicité des chlorures. Une croissance lente, des tiges faibles et des fruits de petite taille sont d’autres signes de carence en K (Spann, 2019).



Figure 3 — Taches nécrotiques rouge brunâtre sur les feuilles dues à une carence en potassium  
(Photo : Newett *et al.* 2001)



Figure 4 — Brûlure marginale sur une feuille d'avocatier en raison d'une carence aiguë en potassium  
(Photo : Newett *et al.* 2001)

#### 1.6.4. CALCIUM

Des extrémités de feuilles roussies, des feuilles de petite taille et des bords de feuilles déformés et irréguliers sont des signes de carence en calcium (Ca) (Barnard *et al.* 1991 ; Lahav et Whiley, 2002). La carence en Ca et le *Phytophthora cinnamomi* provoquent tous deux l'affaiblissement et la désintégration des systèmes racinaires. Cependant, dans les plants affectés par la pourriture phytophthoréenne, la désintégration s'accompagne d'une perte de turgescence des feuilles et d'un dépérissement beaucoup plus rapide, tandis que dans les plants souffrant d'une carence en Ca, les racines se régénèrent (Lahav et Whiley, 2002). Il est important de noter que la carence en Ca apparaît d'abord dans les nouveaux tissus d'où la mort des points de croissance, dont les feuilles et les racines (Spann, 2019).

#### 1.6.5. MAGNÉSIUM

Le magnésium (Mg) est un composant essentiel de la molécule de chlorophylle, qui est nécessaire à la photosynthèse. Il sert également d'activateur pour un certain nombre d'enzymes végétales nécessaires à une croissance optimale des plantes. Le Mg est un élément mobile dans les plantes ; les symptômes d'insuffisance se manifestent ainsi d'abord sur les feuilles plus âgées. Sur les feuilles plus âgées, la carence en Mg se manifeste par une chlorose internervaire (jaunissement entre les nervures de la feuille). Au fur et à mesure que les symptômes s'aggravent, les bords des feuilles peuvent devenir totalement jaunes, laissant les nervures vertes au centre de la feuille (Spann, 2019).



Figure 5 — Chlorose internervaire due à une carence en magnésium  
(Photo : Dr. Jaume Cots Ibiza)

### 1.6.6. SOUFRE

Le soufre (S) étant un composant des acides aminés, il est nécessaire à la synthèse des protéines. Les symptômes de la carence en soufre sont à bien des égards similaires à ceux de l'azote (Barnard *et al.* 1991). Le soufre est immobile dans la plante ; ainsi, les symptômes de carence apparaissent d'abord sur les jeunes feuilles. Une croissance lente (taille réduite des feuilles) et des nouvelles feuilles vert pâle à jaune sont des signes de carence en S (Spann, 2019).

### 1.6.7. CHLORE

Le flétrissement est l'indication la plus évidente d'une carence en chlore. La brûlure des extrémités est un phénomène courant. Les variétés semblent avoir un impact significatif sur les symptômes (Barnard *et al.* 1991).

### 1.6.8. MANGANÈSE

La carence en manganèse (Mn) se manifeste de diverses manières. Les premiers stades sont comparables à une carence en fer. Des taches chlorotiques apparaissent d'abord autour de la nervure centrale et s'étendent ensuite vers l'extérieur. Les zones sombres deviennent ternes avec le temps, tandis que les zones jaune clair deviennent pratiquement grises. Dans les situations aiguës, la feuille entière prend une couleur vert jaunâtre terne (Barnard *et al.* 1991).



Figure 6 — Premiers stades de la carence en manganèse de l'avocatier  
(Photo: Barnard *et al.* 1991)

### 1.6.9. ZINC

La carence en zinc (Zn) est le premier facteur affectant la croissance terminale. Les feuilles ont un aspect moucheté et sont plus fines que d'habitude (Barnard *et al.* 1991). Les feuilles affectées présentent un jaunissement irrégulier et tacheté entre les nervures (Newett *et al.* 2001). On observe seulement une réduction marginale de la taille des feuilles et un raccourcissement de la distance entre les feuilles sur la pousse en cas de carence modérée (Fig. 7A et B). Une déformation et un jaunissement significatifs des feuilles sont cependant observés lorsque la carence est plus prononcée (Fig. 8). Dans les cas très aigus, les jeunes feuilles des pousses terminales deviennent jaunes, sont de taille réduite et déformées (Fig. 9) (Newett *et al.* 2001).

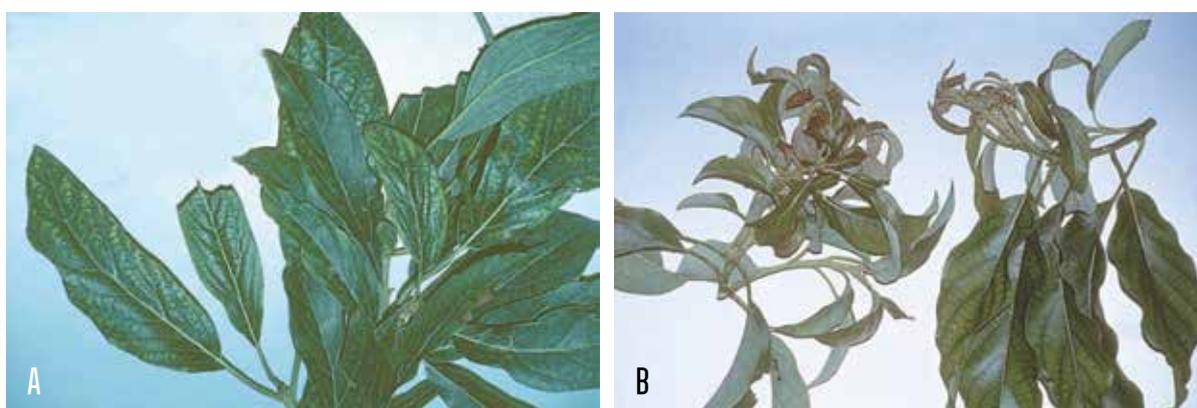


Figure 7 — Réduction et déformation marginales de feuilles d'avocatier en raison d'une carence modérée en zinc (Photo : Newett *et al.* 2001)



Figure 8 — Déformation et jaunissement des feuilles en raison d'une carence en zinc aiguë (Photo : Newett *et al.* 2001)



Figure 9 — Feuilles terminales de très petite taille, déformées et jaunes en raison d'une carence en zinc aiguë (Photo: Newett *et al.* 2001)

#### 1.6.10. FER

La chlorose, symptôme typique de la carence en fer (Fe), est causée par une diminution de la concentration des chloroplastes. La chlorose internervaire apparaît tôt, avec des veines vertes proéminentes. Plus tard, les nervures deviennent également chlorotiques et les feuilles peuvent tomber (Barnard *et al.* 1991).



Figure 10 — Chlorose ferrique aiguë où les feuilles perdent leur aspect vert (Photo: Jaume Cots Ibiza)



Figure 11 — Carence en fer présentée par des feuilles d'avocatier  
(Photo : Newett *et al.* 2001)

### 1.6.11. CUIVRE

La croissance terminale est la première à être affectée par une carence en cuivre (Cu). La mort des points de croissance est fréquemment précédée d'un raccourcissement des entre-nœuds. La croissance de nouvelles feuilles est en sommeil. Elles sèchent et dépérissent très rapidement. Les nervures des feuilles plus anciennes sont brun rougeâtre et ternes (Barnard *et al.* 1991).

### 1.6.12. BORE

La carence en bore (B) se manifeste de diverses manières. On observe des brûlures, des décolorations et des déformations des feuilles terminales. Les veines se séparent et prennent l'aspect d'un bouchon (Barnard *et al.* 1991). Les arbres touchés sont jaunes et rabougris. Le jaunissement est souvent associé à une déformation des feuilles et à des trous dans les feuilles (Newett *et al.* 2001). Le symptôme de la feuille trouée est souvent présent lors de la poussée foliaire. La carence en bore affecte également le tronc, les branches, les fleurs et les fruits. Les fruits présentent un large éventail de symptômes anormaux comme des bosses, une croissance en forme de faucille et des lésions liégeuses enfoncées (Haifa, 2021).



Figure 12 — Feuilles trouées caractéristiques d'une carence en bore  
(Photo: Newett *et al.* 2001)

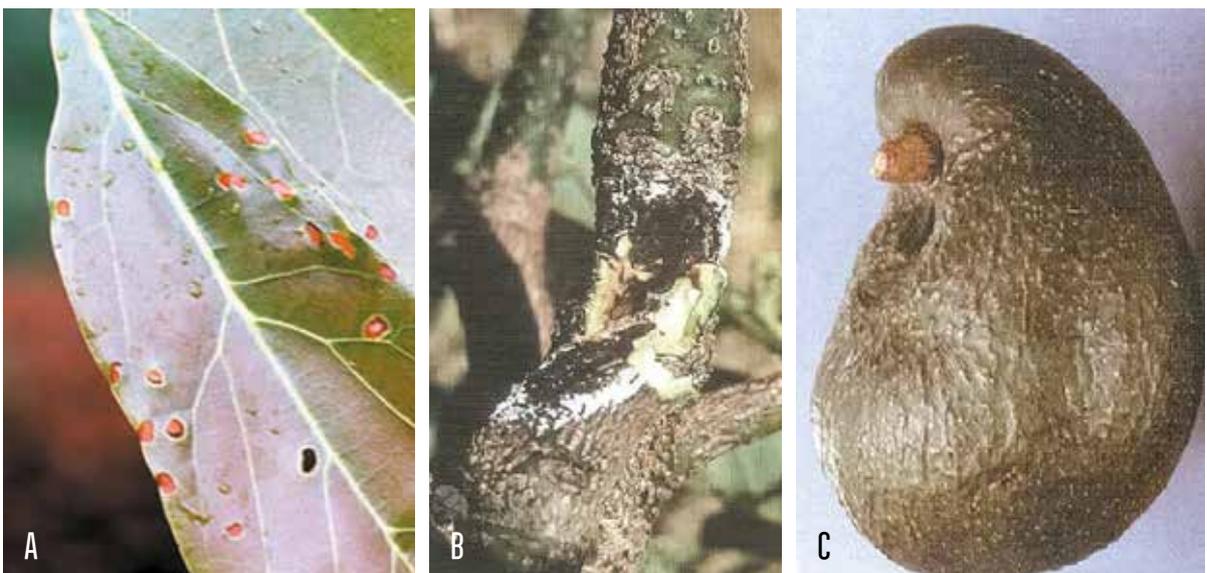


Figure 13 — Feuille trouée (A), tige nécrosée (B) et malformation du fruit (C) en raison d'une carence en bore  
(Photo: Haifa Negev technologies ltd)

Une assimilation élevée de bore dans le sol peut entraîner une toxicité en bore. Les feuilles des arbres affectés présentent une brûlure à la marge du limbe avec un bord clairement défini. On observe des zones jaune pâle dans la zone brûlée avec une variété de petites taches sombres (Newett *et al.* 2001).



Figure 14 — Feuille d'avocatier présentant des symptômes d'une toxicité en bore  
(Photo : Newett *et al.* 2001)



## DE QUOI L'AVOCATIER A-T-IL BESOIN ?

### RÉSUMÉ DES PRINCIPAUX POINTS

Les avocatiers ont plusieurs besoins/exigences essentiels pour se développer sainement, notamment des facteurs climatiques tels que :

- **Précipitations** : 1 250-1 750 mm/an avec une bonne répartition et une irrigation d'appoint pendant les périodes sèches (cf. chapitre « Choix de pré-plantation - Irrigation »)
- Humidité relative : modérée
- **Température** : 25-30°C
- **Altitude** : 1 200-2 500 m
- Sol : profond, perméable et bien drainé. Teneur en argile de 20-40 %
- **pH** : 5-8
- **Salinité** : sensible au sel dans des conditions arides/semi-désertiques
- **Facteurs nutritionnels**
  - Teneur en matières organiques : à compléter par des paillages et des engrais
  - Minéraux essentiels tels que l'azote, le potassium, le phosphore, le bore, etc. : (la quantité nécessaire est décrite dans le chapitre « Gestion de l'avocatier - Engrais »)





# CHOIX DE PRÉ- PLANTATION

## 2.1. CHOIX D'UNE PARCELLE

Un choix judicieux du site peut réduire le risque de dommages dus au gel dans les zones où il est probable qu'il se produise (Wolstenholme, 2002). De même, une zone sujette aux inondations doit aussi être évitée.

Les avocatiers plantés dans les zones venteuses d'un verger sont souvent rabougris et sous-produisent. Ils peuvent également être soumis à un stress hydrique, ce qui affecte l'apport en minéraux, et leurs racines peuvent être stressées par le balancement constant du vent. Les avocatiers ont un bois fragile qui se brise facilement en cas de vent violent. Le long pédoncule du fruit le rend vulnérable au frottement et à l'écrasement contre les branches. Par conséquent, dans les endroits où les vents dominants posent un risque de dommages, il faut insister sur l'importance des brise-vent (p. ex. haies, arbres environnants), en prenant soin de ne pas créer des « poches de gel », d'aggraver un problème d'ensoleillement ou de produire une concurrence indue avec les arbres du verger (Wolstenholme, 2002).

### LES EFFETS NÉGATIFS DU VENT SUR LA PRODUCTION D'AVOCATS PEUVENT ÊTRE RÉSUMÉS COMME SUIT

1. les dommages mécaniques causés par le vent, par exemple, les branches cassées ;
2. une mauvaise nouaison due à des fleurs qui s'envolent et à une mauvaise pollinisation par les insectes ;
3. le stress induit par le vent qui peut entraver le développement des fruits ;
4. une mauvaise lutte contre les parasites et les maladies dans le verger ;
5. une mauvaise qualité externe des fruits en raison des cicatrices dues au vent ;
6. le vent chaud entraîne des taux d'évapotranspiration plus élevés et donc une perte d'humidité du sol.

Adapté de Holmes and Farrell (1993)

## 2.2. MATÉRIEL DE PLANTATION

### 2.2.1. PORTE-GREFFES ET CRITÈRES DE SÉLECTION

L'avocatier peut être cultivé à partir de graines, mais la plupart des cultivars sont greffés en fente ou greffés en écusson sur des porte-greffes qui peuvent améliorer la santé des arbres, les rendements et l'adaptabilité à une large gamme de sols. La sélection des graines doit se faire à partir d'arbres de variétés rustiques connues pour produire des semis qui donnent des arbres vigoureux et exempts de maladies.

Les porte-greffes d'avocat de bonne qualité sont soit cultivés à partir de :

- **Porte-greffes de semis** : Des jeunes arbres cultivés à partir de graines spécifiquement sélectionnées provenant d'arbres spécifiques. Les avocatiers propagés sur des porte-greffes de semis sont moins chers, mais présentent une croissance non uniforme (Newett *et al.* 2001).
- **Porte-greffes clonaux** : Une procédure plus complexe dans laquelle le matériel végétal d'un arbre spécifique est transformé en un jeune arbre. Les porte-greffes clonaux ont été spécifiquement développés pour différentes caractéristiques de croissance. Bien qu'ils soient assez coûteux, les porte-greffes clonaux procurent une croissance et une vigueur uniformes et produisent généralement des arbres plus petits, ce qui en fait des sujets idéaux pour les plantations à haute densité (Newett *et al.* 2001).

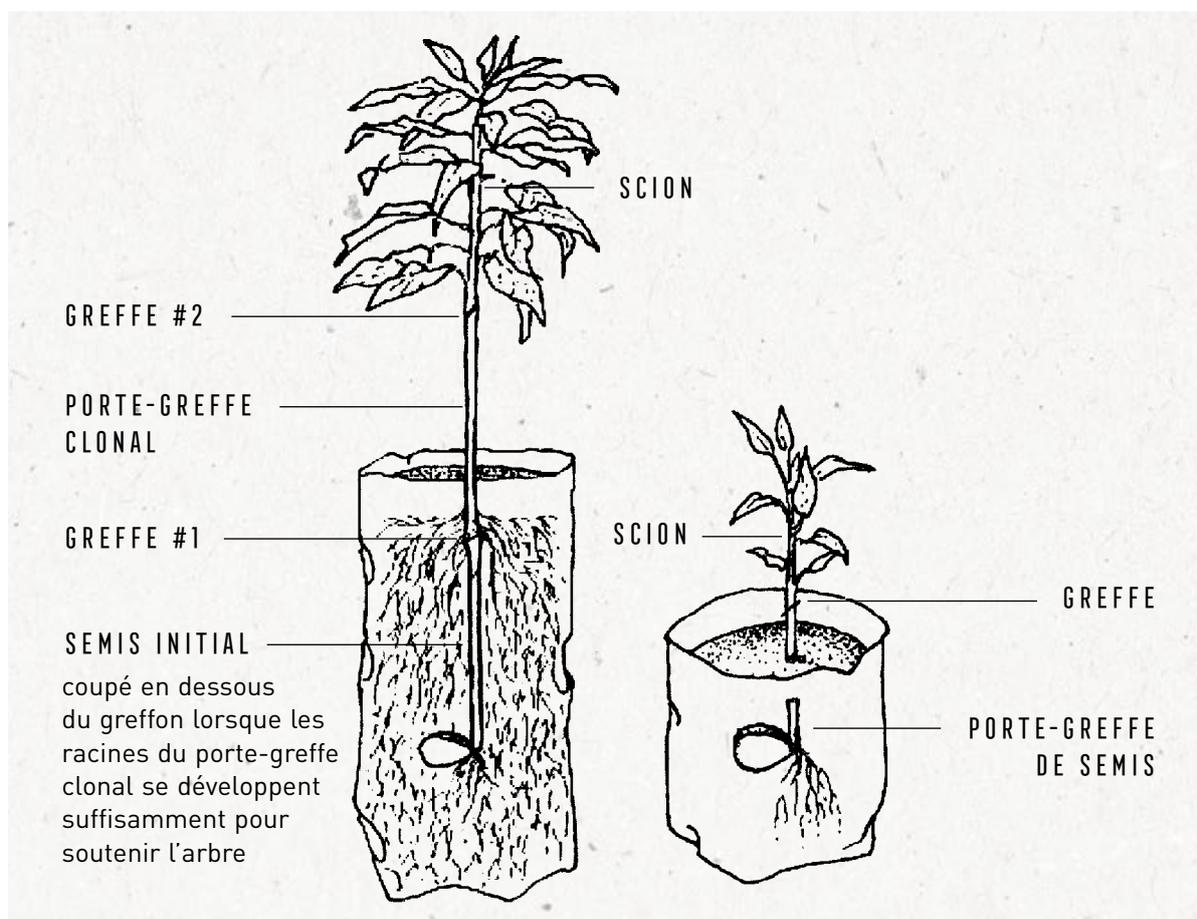


Figure 15 — Porte-greffe clonal (gauche) et porte-greffe de semis (droite) (Photo : Newett *et al.* 2001).

Le choix du porte-greffe est basé sur les exigences du producteur en matière de taille des arbres (certains porte-greffes produisent des plantes naines adaptées à la plantation à haute densité - par ex., certains des porte-greffes mexicains - et à la prévalence locale de différentes maladies, en particulier la pourriture phytophthoréenne des racines. Cependant, la tolérance à la salinité, la résistance à la chlorose induite par la chaux et la résistance partielle au gel sont d'autres caractéristiques utiles partiellement déterminées par le matériel du porte-greffe. Il est clair que le porte-greffe et la variété dépendront en grande partie des exigences et de la compatibilité locales. Il est judicieux d'essayer de cultiver différents types ou de réaliser des essais avec une gamme de matériaux pour trouver ce qui convient le mieux aux conditions individuelles de l'exploitation.

La résistance aux maladies a fait l'objet de travaux de sélection commerciale, et des porte-greffes résistants sont disponibles sur certains marchés. Le Duke 7 (pour le Fuerte) et le Thomas (pour le Hass) sont des exemples de porte-greffes appropriés pour le Kenya.

Voici quelques exemples de porte-greffes utilisés dans différents pays : Ashdot, Borchard, Colin V-33, D9, Degania, Maoz/VC 43, Duke 6 et 7, Martin Grande, Thomas, Merensky 1 et 2, Zutano, Topa Topa etc.

Le bourgeon ou scion est également essentiel pour une production optimale. Il doit être prélevé sur un arbre à haut rendement et, si possible, certifié génétiquement sain et produisant des fruits conformes au type.

## 2.3. VARIÉTÉS D'AVOCAT

Bien que la sélection des variétés dépende de plusieurs aspects (par ex. les préférences du marché, les prix, la disponibilité du matériel de plantation, etc.), il est crucial que les variétés sélectionnées présentent un potentiel de rendement acceptable, tout en étant adaptées aux conditions locales (c'est-à-dire en affichant une tolérance aux stress biotiques et abiotiques dominants). À l'échelle internationale, il existe plus de vingt cultivars ou variétés d'avocatier couramment cultivés, allant de petits types légers à ceux dont un seul fruit peut peser un kilo et demi. Les deux variétés d'exportation les plus courantes dans les différentes régions du monde sont le Hass et le Fuerte. Une sélection des variétés les plus courantes est présentée ci-dessous.

### 2.3.1. HASS



Figure 16 — Feuille d'avocatier Hass (Photo : Newett *et al.* 2001)

#### TYPE

---

- Prédominance de l'origine guatémaltèque

#### TYPE DE FLEUR

---

- Groupe A

#### L'ARBRE

---

- Moyen à grand avec un développement droit
- Presque aussi large que haut, avec une couronne arrondie
- Les jeunes pousses sont vert clair, sans marque
- Quand on les écrase, les feuilles dégagent peu d'odeur
- Peut être planté en grands blocs, car il est autopollinisant

#### LE FRUIT

---

- Taille : Moyenne
- Forme : Ovale
- Cou : Pas de cou

- Poids : 150–400g
- Maturité mi-tardive
- Chair : Chair crémeuse et jaune
- Goût : Riche goût de noisette
- La teneur en huile est d'environ 25 %
- Matière sèche 23–30 %
- Bonne capacité de stockage sur l'arbre
- Le « Hass » est précoce et produit des récoltes régulières et abondantes, mais le stockage tardif des fruits sur l'arbre peut accentuer l'alternance biennale
- Bonne performance post-récolte (transport et stockage)

## PEAU

---

- Peau moyenne à épaisse
- Rigide
- Texture grossière et liégeuse
- Surface rugueuse et granuleuse, l'aspect granuleux est largement absent lorsqu'ils sont cultivés en haute altitude
- Vert foncé sur l'arbre
- Noir pourpre à maturité

## LA GRAINE

---

- Taille moyenne
- Forme ronde

## SUSCEPTIBILITÉ AUX STRESS BIOTIQUES/ABIOTIQUES

---

- La peau moyenne à épaisse procure une tolérance aux nuisibles et aux maladies, mais les feuilles sont sensibles à l'acarien du Perse
- Convient aux climats plus frais, car une chaleur extrême associée à une faible humidité peut donner des fruits plus petits
- La floraison et la nouaison sont moins sensibles aux températures froides que celles de la variété «Fuerte» et «Ettinger», mais les feuilles sont plus sensibles au froid



Figure 17 — Avocat Hass (Photo : Newett *et al.* 2001)

### 2.3.2. FUERTE



Figure 18 — Structure foliaire de l'avocatier Fuerte (Photo : Newett *et al.* 2001)

#### TYPE

---

- origine mexicaine x guatémaltèque

#### TYPE DE FLEUR

---

- Groupe B

#### L'ARBRE

---

- Les arbres sont de grande taille, avec des couronnes étalées,
- Difficiles à gérer s'ils ne sont pas taillés
- Les jeunes pousses présentent des taches rouges
- Lorsqu'elles sont écrasées, les feuilles dégagent une odeur aromatique ressemblant un peu à celle de feuilles d'eucalyptus (odeur anisée)

#### LE FRUIT

---

- Taille : Moyenne
- Forme : En forme de poire
- Cou : Pas de cou
- Poids : 250–450g
- Maturité mi-tardive
- Chair : Chair crémeuse et blonde
- Goût : savoureux avec un arrière-goût de noisette
- La teneur en huile est d'environ 20– 40 %
- Matière sèche 23–30 %
- Bonne capacité de stockage sur l'arbre ; mais courte durée de conservation à maturité

- Peut porter des fruits de manière biennale (une année sur deux seulement)
- Lenteur à atteindre la production

#### LA PEAU

---

- Vert pâle
- Peau lisse et fine
- Brillance moyenne
- Texture souple et cuirée
- Surface grumeleuse

#### LA GRAINE

---

- La taille des graines est moyenne à grande
- Conique avec extrémité pointue

#### SUSCEPTIBILITÉ AUX STRESS BIOTIQUES ET ABIOTIQUES

---

- Plus sensible que le Hass aux maladies pré et post-récolte
- Le fruit est sensible à l'antracnose, à la pourriture au point d'attache et aux attaques d'insectes qui peuvent causer de graves pertes dans le champ et post-récolte
- L'arbre est tolérant à l'acarien du Perse
- Faibles rendements dans les climats plus frais, avec une tendance marquée à la culture irrégulière
- Sensible aux basses températures pendant la floraison et la nouaison, la limite de tolérance au gel est de  $-2,8^{\circ}\text{C}$  (Newett *et al.* 2002)



Figure 19 — Fruit du Fuerte (Photo : Newett *et al.* 2001)

### 2.3.3. BACON

#### TYPE

---

- Hybride mexicain x guatémaltèque

#### TYPE DE FLEUR

---

- Groupe de fleurs B

#### L'ARBRE

---

- Hauts arbres dotés de couronnes pointues
- Les feuilles ont une odeur anisée lorsqu'elles sont écrasées
- Mouchetures rouges sur le bois des nouvelles pousses

#### LE FRUIT

---

- Fruit ovoïde
- Taille moyenne à grande
- Poids de 170–510 g
- Maturation précoce avec une chair jaune-vert très pâle

#### LA PEAU

---

- Peau fine
- Verte et brillant avec une texture cuirée

#### LA GRAINE

---

- La graine est de grande taille

#### SUSCEPTIBILITÉ AUX STRESS BIOTIQUES ET ABIOTIQUES

---

- La tolérance au froid est largement signalée dans de nombreuses régions ; la tolérance au gel va jusqu'à  $-4,4^{\circ}\text{C}$ , la production est donc adaptée aux régions plus froides
- Sensible aux attaques d'insectes
- Extrêmement sensible à l'antracnose, ne convient pas aux zones subtropicales humides
- La peau est sensible aux cicatrices dues au vent, dans les cas aigus, le fruit se fend et expose la graine
- Le «Bacon» est un pollinisateur efficace pour le «Hass» (Newett *et al.* 2002)

### 2.3.4. EDRANOL



Figure 20 — Formation de la feuille d'Edranol  
(Photo : Newett *et al.* 2001)

#### TYPE

---

- Guatémaltèque ou hybride guatémaltèque

#### TYPE DE FLEUR

---

- Groupe de fleurs B

#### L'ARBRE

---

- Développement droit vigoureux

#### LE FRUIT

---

- Fruit piriforme
- Avec un cou
- Taille moyenne à grande
- Poids de 255–500 g
- Chair blonde au goût beurré
- Délicieux goût de noisette et bonne qualité de la chair
- Maturité mi-saison

## LA PEAU

---

- Peau vert foncé
- Épaisseur moyenne
- Texture liégeuse
- Brillance moyenne

## LA GRAINE

---

- La taille des graines est petite à moyenne

## SUSCEPTIBILITÉ AUX STRESS BIOTIQUES ET ABIOTIQUES

---

- Sensible aux extrêmes climatiques
- Résiste à des températures allant jusqu'à -2°C
- Sensible à la carence en zinc, à la pulpe grise, au roussissement de la peau et à l'antracnose
- Lent à produire, production irrégulière, mais abondante
- L'«Edranol» est un pollinisateur efficace pour le «Hass» (Newett *et al.* 2002)

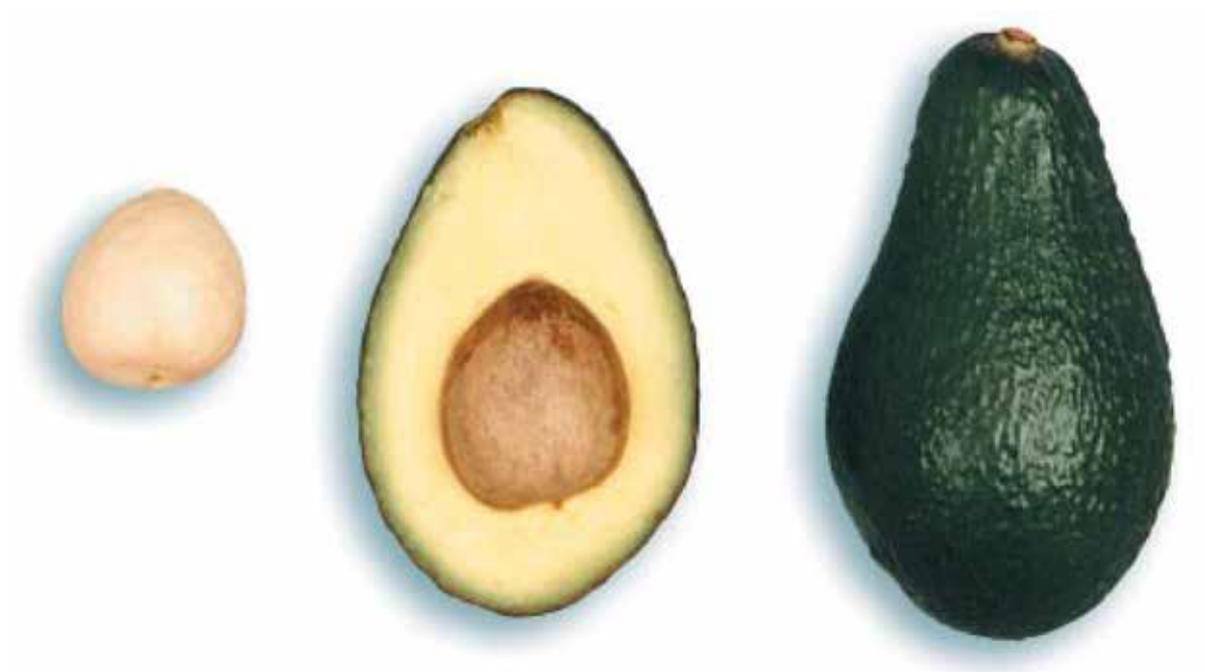


Figure 21 — Fruit de l'Edranol  
(Photo: Newett *et al.* 2001)

### 2.3.5. ETTINGER

#### TYPE

---

- Principalement mexicain

#### TYPE DE FLEUR

---

- Groupe de fleurs B

#### L'ARBRE

---

- rectiligne avec un tronc central robuste
- les feuilles dégagent une odeur légèrement anisée lorsqu'elles sont écrasées

#### LE FRUIT

---

- fruit piriforme
- taille moyenne à grande
- Poids de 170–570 g
- maturation précoce avec une chair crème à jaune pâle
- texture douce et fondante
- le fruit a une courte durée de vie sur l'arbre (la peau se fissure), mais une longue durée de conservation

#### LA PEAU

---

- peau verte brillante
- très mince avec une surface légèrement rugueuse

#### LA GRAINE

---

- la taille de graines est grande
- libre dans la cavité
- l'enveloppe des graines adhère à la chair

#### SUSCEPTIBILITÉ AUX STRESS BIOTIQUES ET ABIOTIQUES

---

- L'arbre est plus résistant au gel que le «Fuerte»
- Graves problèmes de fissures de la peau, d'anthracnose, de punaise de l'avocat et de pourriture du point d'attache en Afrique du Sud
- plus sensibles aux dommages dus au froid pendant le stockage que le «Hass» et le «Fuerte»
- Excellent pollinisateur, pour le «Hass» (Newett *et al.* 2002)

### 2.3.6. PINKERTON



Figure 22 — Feuilles de Pinkerton (Photo : Newett *et al.* 2001)

#### TYPE

---

- Hybride Guatémaltèque

#### TYPE DE FLEUR

---

- Groupe de fleurs A

#### L'ARBRE

---

- Semi-nain
- Arbre à croissance modérée avec un rythme de croissance similaire au «Hass»

#### LE FRUIT

---

- Fruit piriforme
- Peut avoir un «cou» excessivement prononcé dans les climats frais
- Taille moyenne
- Poids de 230–425 g
- Le fruit conserve sa taille lorsqu'il est cultivé dans des climats chauds et subtropicaux
- Maturité mi-saison
- Chair attrayante de couleur crème

- Riche goût de noisette
- Mûrit plus lentement que la plupart des variétés, ce qui lui garantit une durée de conservation plus longue

#### LA PEAU

---

- Peau d'épaisseur moyenne
- De type « Hass »
- Vert foncé
- Essentiellement granuleuse
- Cuirée et résistante
- Facile à éplucher

#### LA GRAINE

---

- La graine est de relativement petite taille

#### SUSCEPTIBILITÉ AUX STRESS BIOTIQUES ET ABIOTIQUES

---

- Tolérance au froid similaire à celle du « Hass » et du « Reed », tolérant des températures allant jusqu'à  $-2^{\circ}\text{C}$
- Relativement résistant à l'antracnose, peut présenter un pourcentage élevé de troubles internes du fruit, y compris un mûrissement inégal
- La floraison prolongée entraîne de grandes différences de maturité à la récolte



Figure 23 — Fruit du Pinkerton (Photo : Newett *et al.* 2001)

### 2.3.7. REED



Figure 24 — Feuille d'avocatier Reed (Photo: Newett *et al.* 2001)

#### TYPE

---

- Guatémaltèque

#### TYPE DE FLEUR

---

- Groupe de fleurs A

#### L'ARBRE

---

- Les arbres sont minces
- Distinctement rectiligne
- Les branches pendantes vers le bas protègent les fruits des brûlures du soleil

#### LE FRUIT

---

- Fruit rond
- Taille moyenne à grande
- Poids de 270–680 g
- Maturité tardive
- Chair attrayante, de couleur crème ou jaune pâle à jaune beurre
- Riche goût de noisette
- La surface coupée ne noircit pas
- Peut être conservé après la récolte pendant 1 mois de plus que le «Hass»

## LA PEAU

---

- Peau moyenne à épaisse
- Verte
- Liégeuse
- Légèrement granuleuse
- Facile à éplucher

## LA GRAINE

---

- La taille des graines est moyenne à grande
- Arrondie

## SUSCEPTIBILITÉ AUX STRESS BIOTIQUES ET ABIOTIQUES

---

- Tolérance au froid jusqu'à  $-1,1^{\circ}\text{C}$
- Présente une certaine résistance à l'acarien du Perse (Newett *et al.* 2002)



Figure 25 — Avocat Reed  
(Photo : Newett *et al.* 2001)

### 2.3.8. AUTRES CULTIVARS

Les autres cultivars comprennent notamment : Ryan, Sharwil, Shepard, Wurtz, Zutano, Simmonds, Booth 8, Monroe, Lula, Booth 7, Choquette, Nadir, Tower 2, Loretta, Hall, Tonnage, Booth 5, Nesbitt, Lisa, Black prince etc.

## 2.4. PÉRIODE DE CROISSANCE

L'avocatier peut être planté à n'importe quel moment de l'année, à condition de pouvoir bénéficier d'une irrigation. La plantation peut également avoir lieu au début de la saison des pluies pour minimiser le besoin d'arrosage fréquent des plants nouvellement installés dans le champ.

## 2.5. MÉTHODE DE PLANTATION

Il est préférable de planter les graines peu après leur extraction du fruit. Il faut toujours éviter qu'elles se dessèchent. Les graines peuvent être conservées pendant plusieurs mois à condition d'être emballées dans de la mousse, du sable ou de la sciure de bois secs et placées dans un endroit frais (Johnston et Frolich, 1957).

Les graines peuvent être plantées directement sur le terrain dans les rangs de la pépinière. Cela demande un soin particulier et ne permet pas de retirer les plants faibles et hors-type sans laisser d'espaces vides. En outre, la germination sera lente avec certaines graines, ce qui entraînera une plantation irrégulière.

## 2.6. GESTION DES PÉPINIÈRES DE PLANTS

### 2.6.1. EMBLACEMENT DES PÉPINIÈRES

Évitez les emplacements situés sous des vergers d'avocatier établis ou des terres anciennement plantées d'avocatiers où l'eau de drainage peut transporter des maladies jusqu'à la pépinière.

### 2.6.2. SOL

Les plants d'avocatier doivent être cultivés dans un sol qui n'a jamais été planté d'avocatiers ou d'autres cultures porteuses du champignon des sols et de l'eau qui provoque la pourriture des racines ou du champignon du flétrissement verticillien. Pour s'assurer que le sol est exempt de maladies, il est recommandé de le traiter avec un produit agréé/enregistré tel que les fongicides phosphonates (phosphite de potassium, sels mono- et di-potassiques d'acide phosphoreux, fosétyl-AL ou tris-O-éthylphosphonate d'aluminium) et les phénylamides (métalaxyl, métalaxyl-M (=méfénoxam), furalaxyl et oxadixyl, béalaxyl et béalaxyl-M (=kiralaxyl) et ofurace) (Johnston et Frolich, 1957 ; Swiecki et Bernhardt, 2016). Les méthodes non chimiques (physiques) de traitement du sol, y compris le traitement thermique et le traitement à la vapeur, sont fortement recommandées.

### 2.6.3. MATÉRIEL DE PLANTATION

Étant donné que certains arbres peuvent être porteurs de virus sans symptômes visibles, il est important de savoir que les plants d'arbres utilisés comme source de graines produisent des arbres exempts de maladies lorsqu'ils sont greffés en écusson / greffés en fente (Johnston et Frolich, 1957). La maladie du pourridié de l'avocat peut également être transmise par les graines. Les fruits qui ont pu entrer en contact avec un sol infecté seront envahis par le champignon et de nombreuses graines seront porteuses de la maladie et infecteront la pépinière. C'est la raison pour laquelle il est important d'obtenir des semences à partir de fruits sains et mûrs et d'éviter l'utilisation de chablis. Votre conseiller agricole peut vous aider à trouver des semences fiables.

Il sera peut-être nécessaire que le matériel de plantation soit contrôlé par l'organisme officiel responsable de la santé des plantes et de la quarantaine. C'est un élément crucial pour les porte-greffes provenant de l'extérieur d'une région ou d'un pays spécifique. Si des plants de porte-greffe sont cultivés à partir de semences, il faut traiter les semences à l'eau chaude pour réduire le niveau de maladie. Il faut veiller à ce que la température de l'eau ne dépasse pas 50° Celsius, sinon le taux de germination sera réduit. Les graines doivent être semées dans un substrat mou tel que la pulpe de café pour permettre aux racines de se développer.

### 2.6.4. MATÉRIEL DE PLANTATION EXEMPT DE NUISIBLES

Le matériel de pépinière doit être exempt de nuisibles, en particulier de ceux dont il est difficile de se débarrasser par la suite, comme les cochenilles qui sont plus faciles à contrôler en pépinière qu'après la plantation dans le verger. Les pulvérisations insecticides appliquées en pépinière auront disparu bien avant que les arbres ne produisent des fruits, de sorte que la question des résidus ne se pose pas.

### 2.6.5. LA PÉPINIÈRE

Les plants sont souvent élevés dans des conteneurs ou des sacs de semis avant d'être plantés dans le verger. Un substrat de compost ouvert est préférable à un mélange à prédominance d'argile comme terreau de rempotage. Les conteneurs/sacs doivent être suffisamment grands pour éviter que les racines ne soient serrées les unes contre les autres (racines liées) afin qu'elles puissent se développer librement dans le sol du champ après la transplantation et aider la plante à s'établir avec succès. L'objectif est une croissance vigoureuse, et les feuilles doivent être brillantes et d'un vert foncé. L'amendement par engrais liquides ou solides peut être nécessaire. Le jaunissement des nouvelles feuilles, par exemple, indique une carence en azote.

## 2.6.6. GREFFAGE

Le but principal du greffage est de reproduire une plante présentant des caractéristiques identiques. Le greffage est la pratique consistant à réunir de façon permanente deux parties de plantes compatibles. Pour les avocats, des cultivars de fruits identiques sont produits en greffant une petite pousse ou un bourgeon - le scion - d'un « arbre mère » aux caractéristiques souhaitées et connues sur la partie inférieure d'un autre arbre (le porte-greffe) (Figure 26).

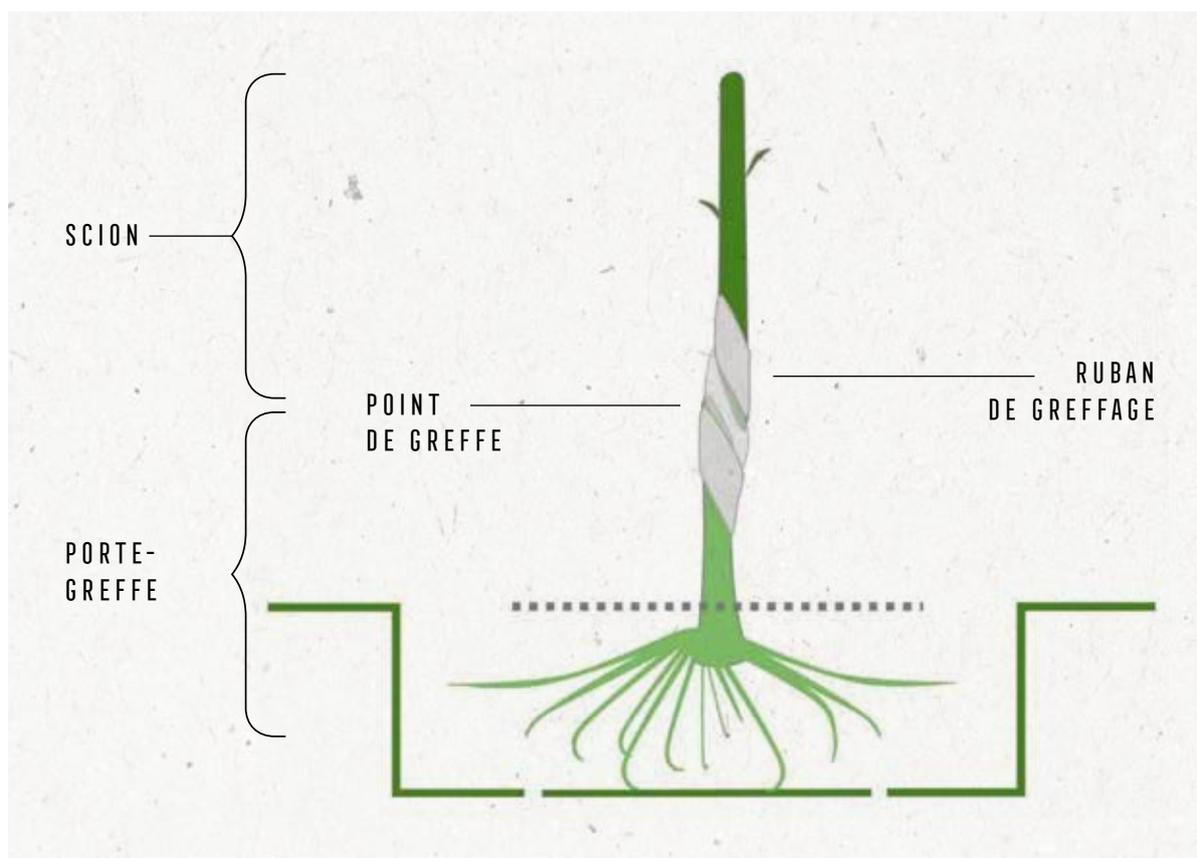


Figure 26 — Composants d'une greffe montrant le scion, le porte-greffe et le point de greffe  
(Photo : COLEAD Formation technique sur la qualité de l'avocatier - Cultivars et porte-greffes)

La greffe doit être effectuée lorsque le plant a atteint l'épaisseur d'un crayon. La méthode de greffe la plus efficace est la greffe en fente (Fig. 27-31). La greffe doit être effectuée lorsque le porte-greffe est encore tendre. Au moment de la greffe, le scion doit être en dormance et la taille du porte-greffe doit être identique. Enveloppez fermement le site de greffe à l'aide d'un ruban de greffe en polyvinyle, de Parafilm ou d'une bande de caoutchouc pour empêcher l'humidité de pénétrer dans le point de greffe et l'empêcher de se dessécher (Infonet-biovision, 2021).

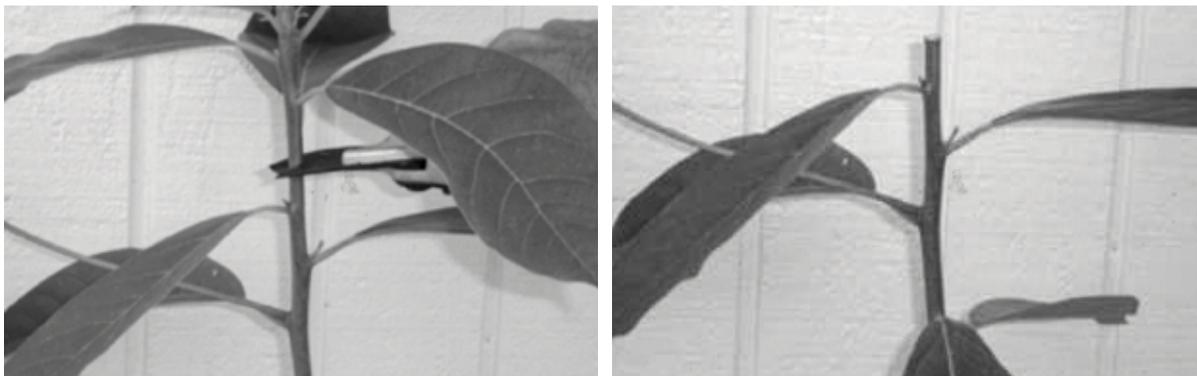


Figure 27 — Coupez/enlevez le point de croissance apical du porte-greffe souhaité à l'aide d'un sécateur ou d'un couteau à greffer bien aiguisé (photo adaptée de Cho *et al.* 2018)

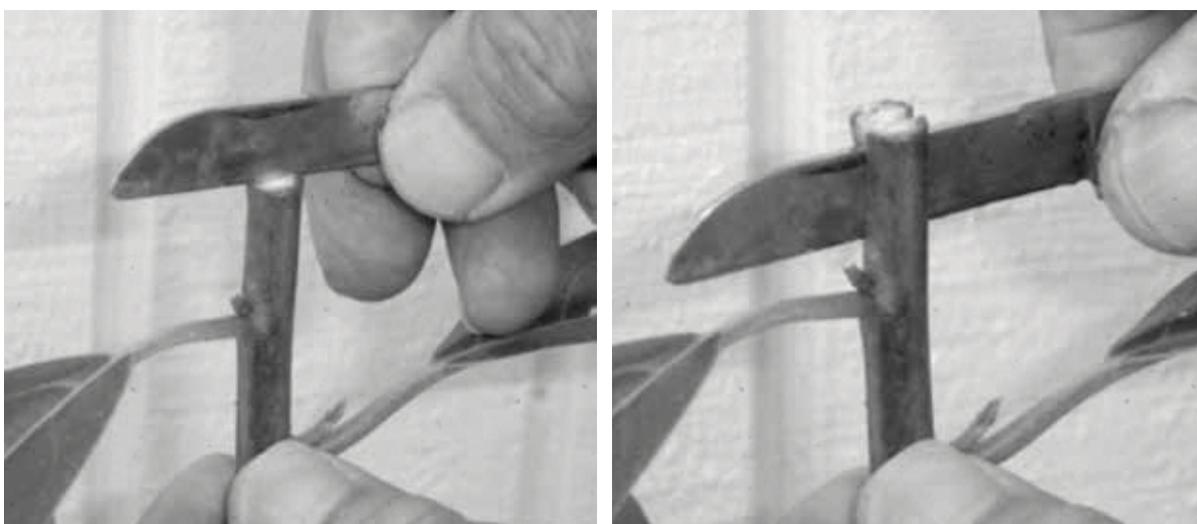
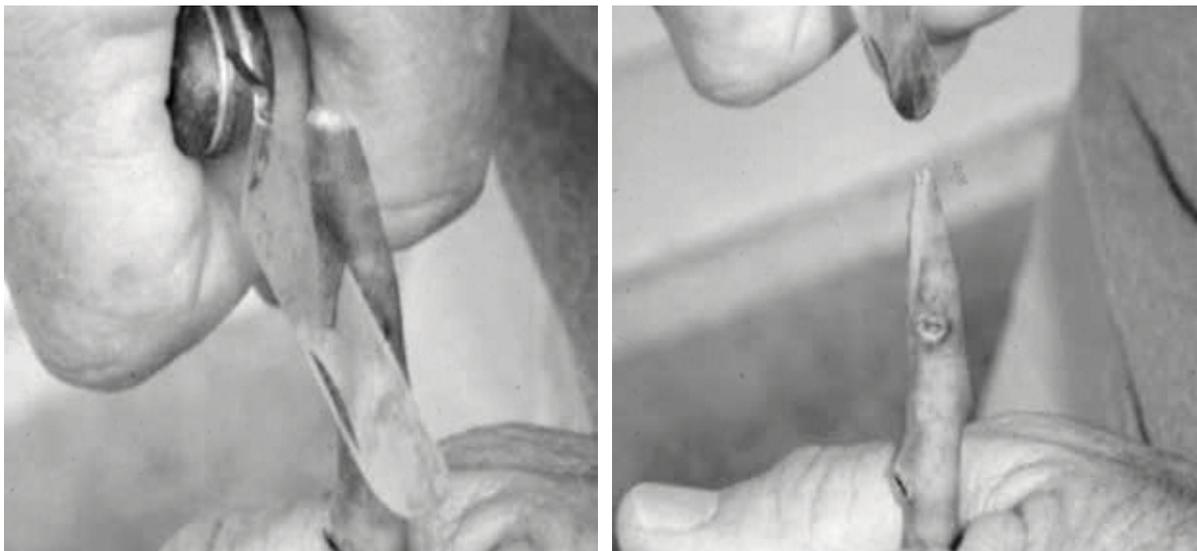


Figure 28 — Faites une incision dans le porte-greffe à l'aide d'un couteau à greffer (photo adaptée de Cho *et al.* 2018)



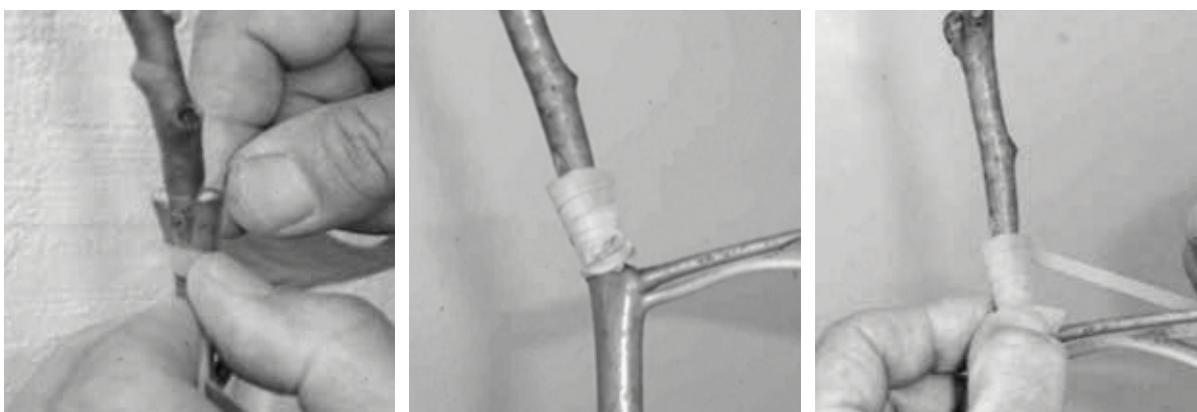
Figure 29 — Tenez le scion verticalement avec le point de croissance vers le bas et coupez vers le haut selon un angle d'environ 30 degrés. ...



... Répétez la même procédure et coupez l'autre côté du scion pour obtenir une base en forme de biseau sur le scion (Photo : Adapté de Cho *et al.* 2018)



**Figure 30** — Appariez le porte-greffe et le scion en insérant doucement la base cunéiforme dans la fente/ la coupe sur le dessus du porte-greffe. Assurez-vous que les bords extérieurs du porte-greffe et du scion sont appariés et que le scion tient solidement (Photo : Adapté de Cho *et al.* 2018)



**Figure 31** — Enveloppez fermement le greffon à l'aide d'un ruban de greffage ou d'une bande de caoutchouc pour maintenir le greffon en place et pour aider à retenir l'humidité dans le scion jusqu'à ce que la greffe soit réussie (Photo : Adapté de Cho *et al.* 2018)

## 2.7. IRRIGATION

Un apport adéquat en eau est un facteur de gestion critique de la réussite de la production d'avocats et nécessite une planification et une exécution minutieuses. Cela englobe la quantité d'eau nécessaire, le moment et la manière dont elle est appliquée et l'impact de sa qualité.

Alors que la plupart des producteurs d'avocats dans les zones tropicales et subtropicales dépendent des précipitations pour l'irrigation, les variations en termes de quantités et l'imprévisibilité des précipitations nécessitent souvent une irrigation supplémentaire. L'efficacité du système d'irrigation est un élément important qui doit viser une efficacité d'environ 80% avec une grande uniformité de distribution. Cet objectif est toutefois difficile à atteindre si l'on ne prend pas les précautions nécessaires pour choisir la méthode d'irrigation (Mccarthy et McCauley, 2019). Nous vous présentons ci-dessous deux systèmes d'irrigation courants, de plus amples informations sur la gestion de l'eau pendant le cycle de culture étant fournies dans la section 5.1.

### 2.7.1. IRRIGATION GOUTTE À GOUTTE

Le système d'irrigation goutte-à-goutte peut être utilisé pour cultiver des avocats. Toutefois, dans certains cas, il est utilisé en réponse à une faible disponibilité de l'eau plutôt que comme un moyen d'accroître la productivité.



Figure 32 — Irrigation goutte à goutte pour l'avocatier (Photo : Stephen Othim)

## 2.7.2. ARROSEURS SOUS LES ARBRES

Vu qu'ils peuvent être configurés pour mouiller l'ensemble du sol du verger ou seulement une partie de la région de la canopée sous l'arbre, les arroseurs sous arbres (micro-arroseurs/mini-arroseurs) sont une méthode d'arrosage davantage recommandée. Étant donné que l'eau est projetée en dehors de la zone principale des racines de l'arbre, les systèmes à couverture intégrale consomment plus d'eau. Cela permet toutefois de maintenir le gazon entre les rangs (la couverture végétale qui pousse entre les rangs), ce qui réduit la réflexion de la chaleur. Viser à avoir une couverture relativement uniforme sur 100% du sol du verger est un peu excessif.

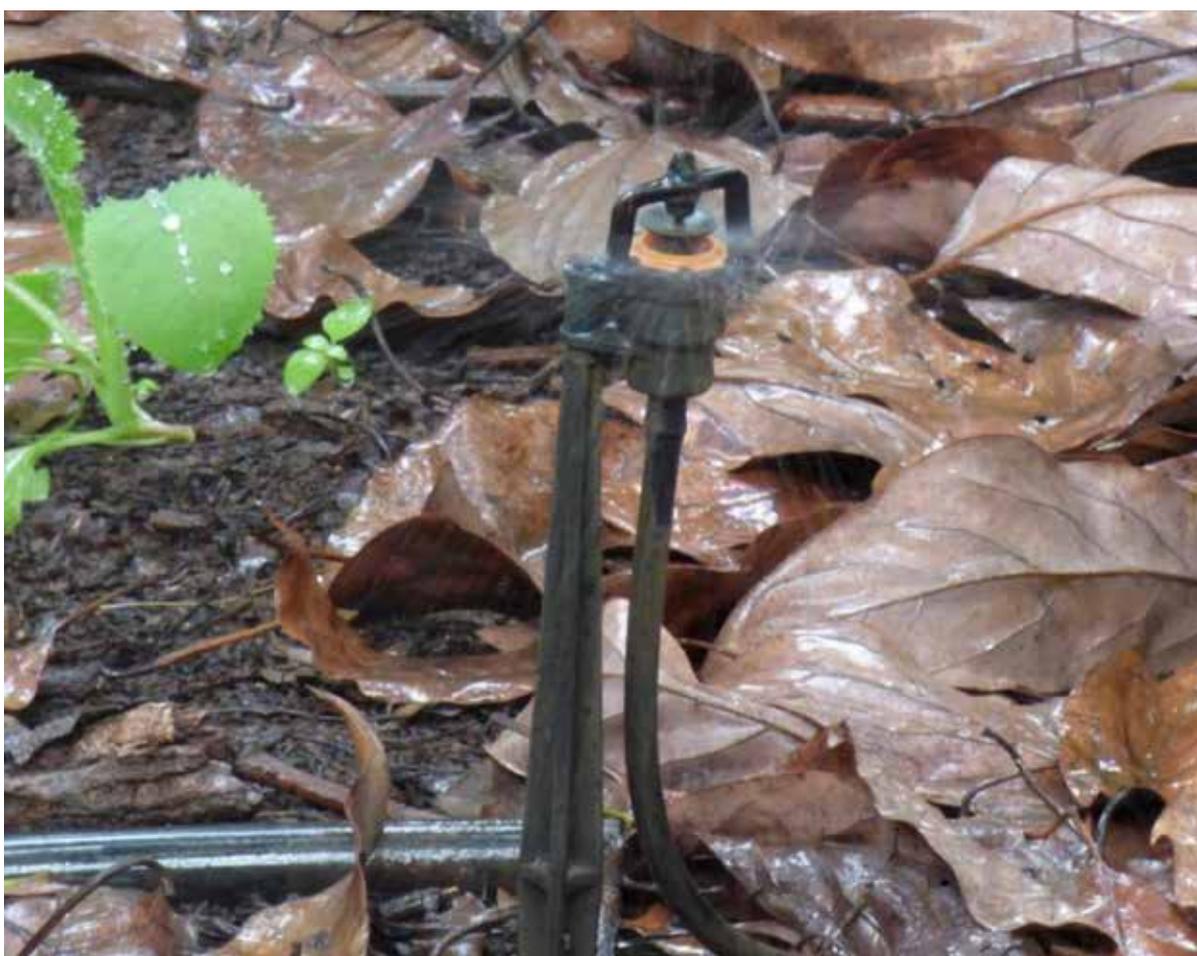


Figure 33 — Micro-arroseur dans un verger d'avocatiers  
(Photo: COLEAD Formation technique sur la qualité de l'avocatier - Caractéristiques de l'avocatier)

Une alternative plus efficace consiste à concevoir un système dans lequel les arroseurs ont un chevauchement de 100% le long des rangs, mais un chevauchement limité entre les rangs (Figure 34). On peut utiliser pour cela utiliser des mini-arroseurs de grand diamètre, disposés le long des rangées, généralement un par arbre. L'avantage de ce système, par rapport à une couverture uniforme à 100%, est de fournir davantage d'eau (et d'éléments nutritifs si vous avez recours à la fertigation) à vos arbres qu'au gazon entre les rangs, mais il est toutefois nécessaire de maintenir la croissance du gazon pour en conserver les avantages (Mccarthy et McCauley, 2019).

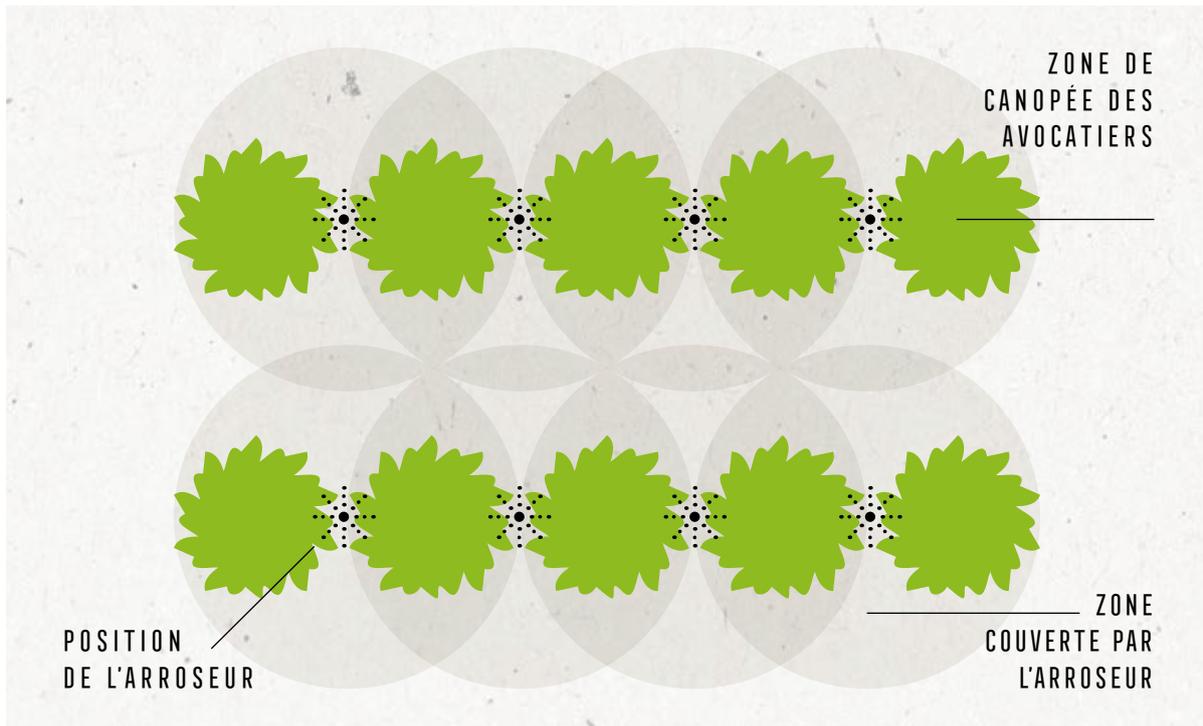


Figure 34 — Schéma d'un système de mini-arroseurs mis en place pour un verger d'avocatiers visant à fournir une irrigation à 100% du sol du verger (Adapté de Mccarthy et McCauley, 2019)

Concevoir un système d'irrigation pour mouiller uniquement la «zone de canopée» sous l'arbre est plus courant et plus efficace dans les régions plus fraîches où le climat permet de maintenir avec succès le gazon entre les rangs, ou dans des situations de sol plus lourd ou lorsqu'il est nécessaire de minimiser l'utilisation de l'eau. L'objectif consiste ici à distribuer l'eau en une bande régulière sous les arbres sans dépasser leur canopée. Les arroseurs doivent être alignés sur la rangée d'arbres et espacés uniformément le long de la rangée, le jet de chaque arroseur atteignant la base du suivant (figure 35) (Mccarthy et McCauley, 2019).

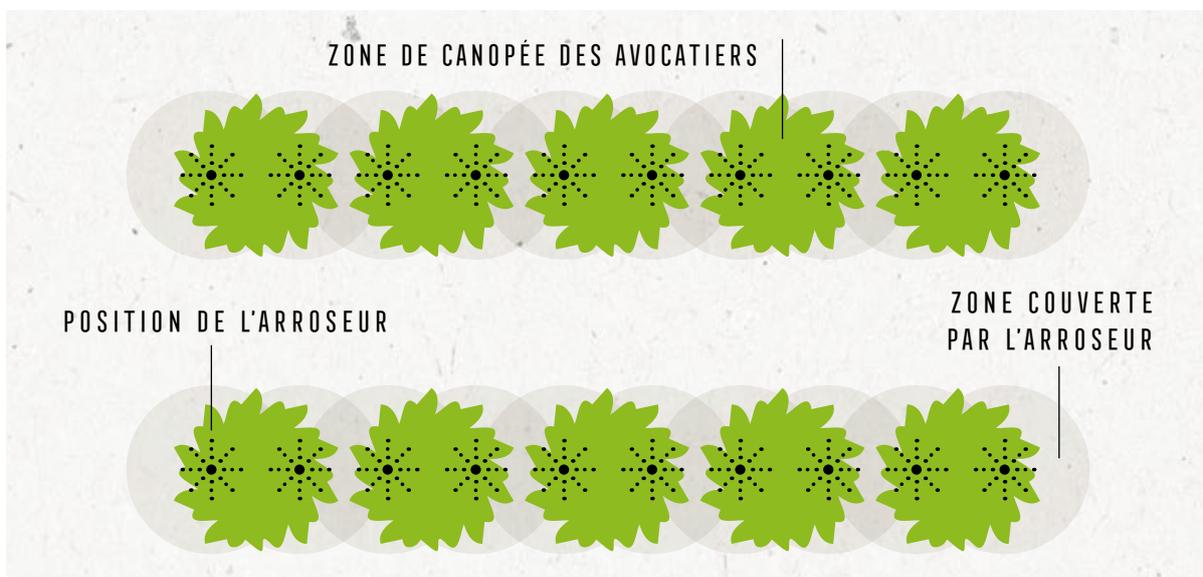


Figure 35 — Schéma d'un système de mini-arroseurs mis en place pour un verger d'avocatiers visant à fournir une irrigation uniquement sous la canopée (Adapté de Mccarthy et McCauley, 2019).

Le verger doit être divisé en blocs de taille gérable et doit pouvoir fournir différents taux et fréquences d'irrigation à différents types de sol, différentes tailles d'arbres et, idéalement, différentes variétés et/ou porte-greffes (en particulier en cas de recours à la fertigation). En effet, ces facteurs auront un impact sur le volume et la fréquence de l'irrigation et des engrais nécessaires (Mccarthy et McCauley, 2019).

## 2.8. CULTURES INTERCALAIRES ET AUTRES ASSOCIATIONS

Les cultures de couverture de légumineuses comme les haricots et les stylosanthes et les cultures non légumineuses comme le seigle, l'avoine, l'orge, le sarrasin peuvent être intercalées dans certains jeunes vergers. Ces cultures permettent non seulement de fixer l'azote, mais aussi de supprimer les mauvaises herbes et d'accroître la fertilité des sols. La seule précaution à prendre est de veiller à garder une distance entre les cultures et le plant d'avocat.

L'avocatier peut faire l'objet de cultures intercalaires avec d'autres cultures pérennes telles que la noix de coco, la banane, le jacquier, le ramboutan, le mangoustan, la papaye, la goyave, la pêche etc. pour profiter des propriétés de certaines plantes telles que les effets protecteurs ou répulsifs, l'effet d'attraction des insectes auxiliaires ainsi que l'optimisation de l'espace. Il est important que les besoins en eau et les besoins nutritionnels des cultures soient satisfaits de manière indépendante.

Tableau 1 — Exemple d'associations envisageables avec l'avocatier

ANNÉE	INTERCULTURE POTENTIELLE
1	Des haricots + pois + choux frisés/choux + tomates peuvent être cultivés entre les rangs + manioc Des papayers peuvent également être incorporés entre les rangs
2	Ray-grass + avoine + haricots + chou frisé Papaye toujours en place entre les rangs
3	Haricots + Pois + Sarrasin + Tournesol (Ici le tournesol pour favoriser les pollinisateurs juste avant le début de la floraison de l'avocatier) Des papayers peuvent être conservés
4	Stylosanthes + Gazon + Desmodium + Cascavelle jaune ( <i>Crotalaria retusa</i> )
5	Ray-grass

Lors de la sélection d'une culture de couverture ou d'une culture intercalaire, il est essentiel de tenir compte des nuisibles qui peuvent être encouragés par certaines espèces. Par exemple, les cochenilles sur la papaye ou les mouches des fruits hébergées par la goyave.

Il convient également d'éviter d'autres associations. Les arbres qui poussent plus haut ou à une hauteur similaire à celle des avocatiers doivent être évités, car ils auront tendance à faire de l'ombre à la culture. En outre, il a été démontré que

certaines cultures, comme le café, donnent de mauvais résultats en interculture avec l'avocatier (Mithamo *et al.* 2017). Il faut également éviter de cultiver l'avocatier en association avec des cultures qui nécessitent des applications chimiques importantes.

## L'ESPÈCE IMPLANTÉE A DE MULTIPLES FONCTIONS, ENTRE AUTRES

- protéger le sol (éviter l'érosion en saison des pluies et conserver l'humidité en saison sèche)
- limiter le développement des mauvaises herbes
- améliorer la structure du sol grâce au développement racinaire et à la biomasse (matière organique)
- fournir une quantité d'azote supérieure à disposition des arbres du verger (sous réserve de la présence de nodules, sinon prélèvement d'azote)
- augmenter la vie biologique du sol
- favoriser la lutte biologique par conservation

Source : «Fiche n°2: les plantes de couverture sous verger» :  
<https://bsvguyane.wordpress.com/cultivons-autrement-exemples-locaux-de-techniques-agro-ecologiques/>

Outre les cultures intercalaires, un agriculteur peut intégrer dans son exploitation des animaux tels que des poulets, des chèvres, des moutons, des bovins, etc. L'intégration d'animaux dans l'exploitation fournira à l'agriculteur du fumier organique qui pourra être utilisé pour nourrir les arbres (voir section 5.2.1). En outre, les animaux tels que les chèvres et les bovins seront utiles pour gérer les mauvaises herbes dans l'exploitation, réduisant ainsi les coûts associés à la gestion des mauvaises herbes tels que les produits chimiques synthétiques (voir section 5.4.2). Il faut veiller à ce que les déchets animaux soient correctement gérés (par exemple, qu'ils soient correctement décomposés avant d'être utilisés comme fumier).



## CHOIX DE PRÉ- PLANTATION

### RÉSUMÉ DES PRINCIPAUX POINTS

Effectuer des mauvais choix avant de planter un avocatier entraînera toujours des pertes. Il est dès lors important d'examiner attentivement les choix relatifs à :

- **Localisation de la parcelle** : sensibilité au gel et au vent → importance des brise-vent
- **Matériel de plantation** : la sélection des porte-greffes et des scions doit être adaptée aux conditions locales
  - Résistance aux maladies
  - Tolérance à la salinité
  - Résistance à la chlorose induite par le calcaire
  - Résistance au gel
- **Variétés à planter** : plus de 20 cultivars couramment cultivés (Hass, Fuerte, Bacon, Edranol, Ettinger, Pinkerton, Reed, ...)
- **Gestion des pépinières de plants**
  - Source des semences : obtenir des semences à partir de fruits sains et mûrs et éviter l'utilisation de chablis
  - Matériel de plantation exempt de nuisibles
  - Méthode de la greffe en fente
- **Méthodes d'irrigation** : Irrigation goutte-à-goutte et arroseurs sous les arbres pour assurer une alimentation en eau suffisante correspondant aux besoins des cultures, tout en réduisant les pertes et en améliorant l'efficacité de l'utilisation de l'eau et la productivité de l'eau
  - Sensible à l'engorgement → favorable au champignon de type moisissure d'eau
- **Associations**
  - Cultures de couverture de légumineuses : haricots, stylosanthes, cultures non légumineuses (seigle, avoine, orge, sarrasin)
  - Cultures intercalaires avec des cultures pérennes : noix de coco, banane, jacquier, ramboutan, mangoustan, papaye, goyave, pêche.

Notez que les impacts d'une mauvaise sélection peuvent parfois se manifester plusieurs années après la plantation et entraîner des pertes massives.





# 3

## PRÉPARATION DE LA PARCELLE

## 3.1. AMÉNAGEMENT PAYSAGER

Lors de la sélection, de la conception et de l'aménagement paysager de la parcelle, il est important de rappeler les aspects bénéfiques de la préservation de certaines zones non cultivées et du maintien de la diversité des espèces, tant au-dessus qu'au-dessous de la surface du sol. Cette dernière peut être obtenue en conservant des parcelles de terrain naturel et en évitant la destruction complète des habitats naturels par le défrichage ou l'utilisation du feu. Il peut également s'avérer bénéfique d'introduire des haies ou bandes de fleurs sauvages et d'adopter la rotation des cultures, des cultures intercalaires et des cultures associées.

### 3.1.1. DRAINAGE

Le drainage du sol est important et doit être la première considération lors de l'implantation d'une plantation d'avocats, en particulier dans les zones de fortes précipitations. Avec un drainage adéquat, les arbres pousseront bien sur tout type de sol ayant une bonne capacité de rétention d'eau. Si le drainage de l'eau est problématique, il est recommandé de planter les arbres sur des crêtes. Lors de la planification du site, assurez un drainage adéquat en éliminant les couches de sol imperméables ou les zones dures près de la surface, en installant des drains et en nivelant le sol pour éliminer les zones d'eau stagnante. Évitez le ruissellement rapide de l'eau et atténuez le risque d'érosion lors d'événements pluvieux de forte intensité. Envisagez de planter les arbres sur une berme ou un monticule de sol surélevé (Fig. 37). Préparez les couches souterraines avant de planter sur un sol surélevé pour faciliter un enracinement solide et éviter l'engorgement.



Figure 36 — Paysage de verger d'avocats avec bermes/monticules surélevés  
(Photo: COLEAD Formation technique sur la qualité de l'avocatier - Caractéristiques de l'avocatier)

### 3.1.2. HAIES/BRISE-VENT

Vu que les vents sont susceptibles d'endommager les fruits, il est recommandé d'installer des brise-vent pour protéger les vergers. Un brise-vent est une barrière qui permet de réduire la vitesse du vent. Vous avez le choix entre un brise-vent naturel ou artificiel (Fig. 37). Lorsque l'on envisage des brise-vent naturels, on peut prendre en compte la plus grande biodiversité qui soit. Il faut utiliser plus d'une espèce pour assurer la diversité et éviter les problèmes imprévus de pertinence avec votre site. L'arbre considéré doit être résistant aux nuisibles et aux maladies et ne doit pas être l'hôte de nuisibles et maladies causant des dommages à l'avocatier. Parmi les exemples à considérer, citons l'Eucalyptus sp, le cyprès, le grevillea, le casuarina, le cèdre, l'épicéa, le févier épineux, le margousier, etc. Il convient de donner la préférence aux arbres qui portent des fruits comestibles et qui sont adaptés, car ils peuvent être une source de revenu supplémentaire pour l'agriculteur, par exemple le fruit du jacquier, le mûrier, le jamun, le karonda, le babul, etc.



Figure 37 — Brise-vent pouvant être envisagés dans un verger d'avocats, naturels (à gauche) et artificiels (à droite)  
(Photo: COLEAD Formation technique sur la qualité de l'avocatier - Caractéristiques de l'avocatier)

## LES BRISE-VENT PRÉSENTENT DE NOMBREUX AVANTAGES POTENTIELS POUR LES VERGERS, NOTAMMENT

- réduction des dommages causés par le vent, tels que la rupture de l'amorce, la torsion de l'union du greffon, les membres ;
- frottements sur les fruits, déchirures des feuilles et dessiccation ;
- réduction de la propagation des maladies bactériennes/fongiques pendant les tempêtes de vent ;
- amélioration de la couverture de la pulvérisation en réduisant les perturbations de la pulvérisation dues au vent ;
- réduction de la dérive de la pulvérisation hors site ;
- réduction des contraintes sur les treillis ou les piquets d'arbres, en particulier à pleine charge de la culture ;
- apport d'un refuge aux espèces utiles ;
- réduction de l'érosion éolienne et hydrique, notamment sur les sites vulnérables avec pentes raides et/ou sols sablonneux.

(Leslie Huffman, 2013)

### 3.2. GESTION DES MAUVAISES HERBES

La gestion des mauvaises herbes doit commencer avant la plantation du verger. La manière la plus efficace de gérer les mauvaises herbes est d'empêcher leur introduction ou leur établissement. Avant de planter, choisissez un site de culture approprié et préparez-le correctement. Avant de planter ou de déplacer la terre sur le site, il est particulièrement important de se débarrasser des mauvaises herbes vivaces ; sinon, elles risquent de se propager dans tout le champ (UC-IPM, 2016).

Techniques :

- Le fauchage : pendant la préparation du site, lorsque les arbres sont petits ou très espacés, et le long des routes et des bordures, il peut réduire, voire éliminer, les nouvelles infestations de mauvaises herbes provenant de graines ou de propagules de mauvaises herbes soufflées ou transportées.
- Le travail répété du sol sec pendant les saisons sèches avant la plantation, tue les propagules végétatives (comme les rhizomes et les stolons) des mauvaises herbes coriaces. Les autres pratiques à envisager sont le flambage, le désherbage manuel et le paillage pour lutter contre les mauvaises herbes émergentes.
- La lutte chimique contre les mauvaises herbes peut également être réalisée à l'aide d'herbicides synthétiques. L'application d'un herbicide transloquant sur les mauvaises herbes vivaces avant la culture peut aider à détruire les structures souterraines, empêchant ainsi la propagation des mauvaises herbes vivantes.

### 3.3. PRÉPARATION DU SOL

Dans les sols qui ne sont pas bien drainés, il convient de labourer et de herser le terrain avant d'aménager des massifs d'arbres ou des rangées et des billons.

Le buttage le long du rang est souvent utilisé pour augmenter la zone racinaire efficace et améliorer le drainage lorsque la profondeur du sol est marginale (moins d'un mètre).

La terre est nivelée/excavée de l'espace entre les rangées et placée sur les lignes des rangées d'arbres pour construire les monticules (Fig. 38). Pour minimiser le risque que la pourriture des racines se développe et se propage aux jeunes arbres, il faut enlever toutes les souches d'arbres ou les grosses racines avant de planter un nouveau verger.

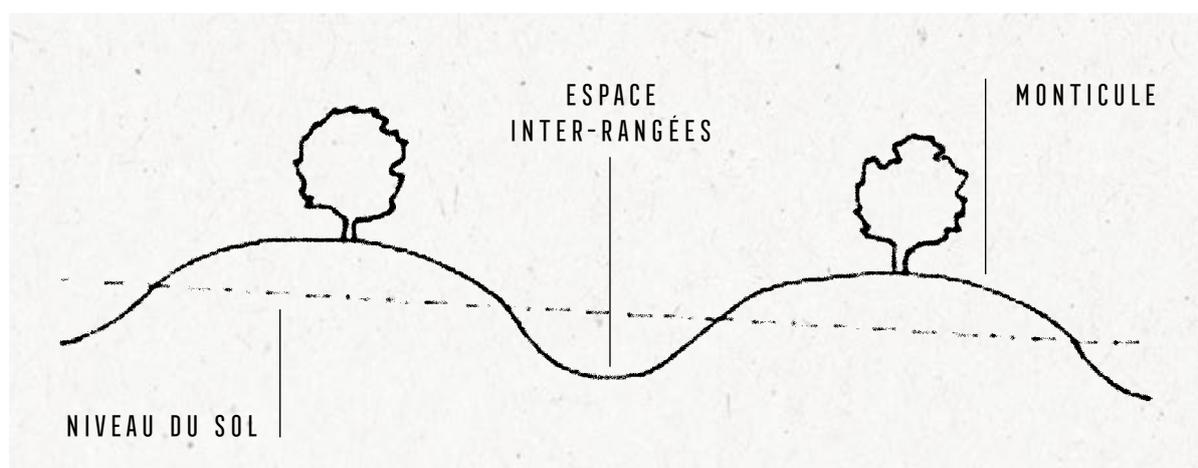


Figure 38 — Vue en coupe de monticules créés dans un verger (Newett *et al.* 2001)

### 3.4. AMENDEMENTS DU SOL AVANT LA PLANTATION

Le pH du sol doit être testé et, le cas échéant, modifié pour dépasser 5,5 avec de la chaux ou de la dolomite. Pour que les matériaux de chaulage soient bien absorbés par le sol, ils doivent être appliqués avant la culture finale. Des matières organiques (fumier) peuvent être apportées lors de la préparation du terrain.

### 3.5. TRANSFORMATION D'UNE PARCELLE EXISTANTE

En plus de la production de plants greffés, il est possible d'effectuer un « greffage en tête » sur des vergers déjà existants pour les convertir en variétés souhaitables. Presque toutes les tailles d'avocatiers peuvent être greffées en tête ou greffées pour changer les cultivars. Si l'arbre est vigoureux et sain, on peut le couper juste au-dessus du niveau du sol, peindre la plaie et insérer un placage latéral ou une greffe en fente pour donner lieu à une nouvelle pousse qui se développera (Fig. 39).



Figure 39 — Estampillage et greffe d'un vieil avocatier  
(Photo : Hofshi R., *et al.* 2010)



## RÉPARATION DE LA PARCELLE

### RÉSUMÉ DES PRINCIPAUX POINTS

- **Aménagement paysager**
  - Drainage : berme ou monticule de terre surélevé qui facilite un enracinement solide et empêche l'engorgement
  - Haies/brise-vent pour protéger les vergers du vent
- **Gestion des mauvaises herbes :**
  - Fauche pendant la préparation du site
  - Cultures répétées du sol sec pendant les saisons sèches avant la plantation
  - Lutte chimique
- **Préparation du sol :**
  - Hersage avant la plantation
  - Formation de buttes
- **Amendements du sol avant la plantation :**
  - Chaux ou dolomite pour obtenir un pH de 5,5 le cas échéant
  - Fumier organique
- Transformation d'une parcelle existante : « greffe en tête » pour convertir les variétés qui sont souhaitables



# 41

## PLANTATION DE L'AVOCATIER

## 4.1. CALENDRIER DE PLANTATION

La période de plantation étant déterminée par les conditions climatiques, elle varie selon les régions et les pays. La plantation peut avoir lieu pendant les saisons où les températures sont suffisamment chaudes pour l'établissement, mais pas chaudes au point que les arbres soient stressés ou brûlés par le soleil. Dans certaines zones, en particulier dans les régions tropicales, l'avocatier peut être planté à n'importe quel moment de l'année, à condition de pouvoir bénéficier d'une irrigation. La plantation peut également avoir lieu au début de la saison des pluies pour minimiser le besoin d'arrosage fréquent des plants nouvellement installés dans le champ.

## 4.2. DENSITÉ DES ARBRES

Au début de la vie du verger, lorsque les arbres sont petits, la densité des arbres (nombre par hectare) doit être élevée. Ensuite, lorsque les arbres grandissent et s'étendent, ils peuvent être éclaircis pour réduire la densité, afin que ceux qui restent ne soient pas serrés les uns contre les autres et restent vigoureux. Lors de l'établissement du schéma de plantation, il convient de tenir compte de la qualité du sol (les sols riches situés dans des zones où les précipitations sont faibles peuvent supporter des densités plus élevées), du type et de la taille des arbres (la taille raisonnable des arbres facilite les opérations du verger telles que la cueillette et la pulvérisation), de l'accès des machines et de l'irrigation.

L'espacement initial à une densité de 800 arbres par hectare est approprié pour les variétés plus petites telles que l'Edranol ou le Pinkerton (environ 4 × 3 m), mais 500 suffit pour les variétés Hass ou Fuerte (environ 5 × 4 m). Des plantations de 6 mètres × 4 mètres ou de 3 mètres sont aussi couramment employées par certains agriculteurs (Fig. 40). Si les rangs sont orientés dans le sens du vent dominant, cela améliorera la circulation de l'air. Les arbres sont éclaircis (suppression des arbres alternatifs) après environ 8 ans, ce qui donne une densité d'environ 250 par hectare. Plus tard dans la vie du verger, en fonction du régime de taille, la densité peut être réduite à seulement 120 arbres pour le Fuerte, mais au bout de 12 à 15 ans.

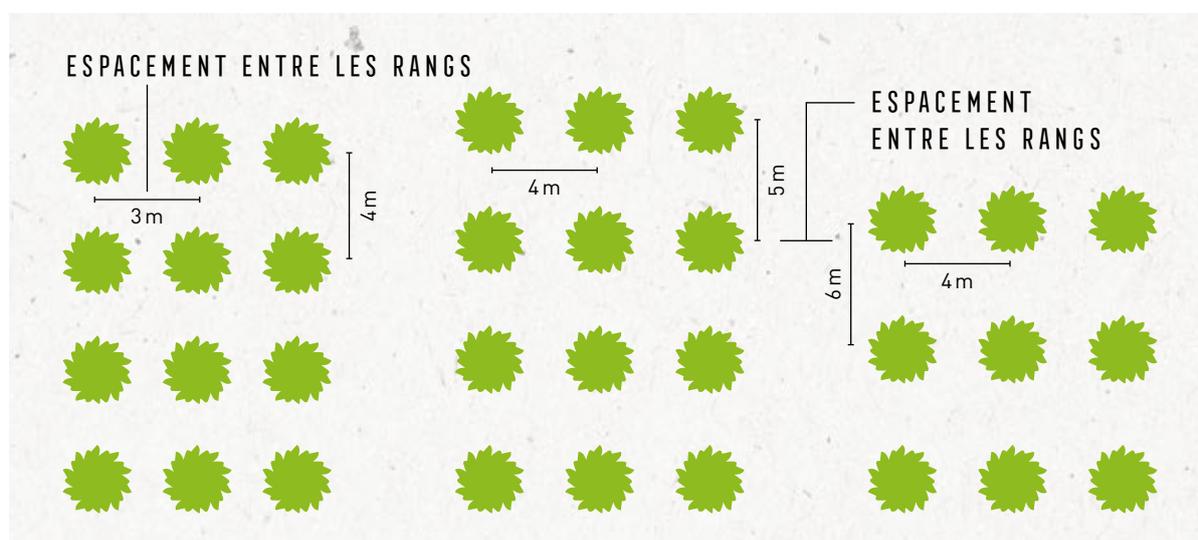


Figure 40 — Différentes considérations pour l'espacement des arbres (densité) lors de la plantation

### 4.3. PLAN DE PLANTATION

Les arbres doivent être plantés en rangées orientées nord/sud pour permettre une exposition maximale au soleil d'est en ouest. La forme optimale de l'arbre est grosso modo pyramidale ou conique. Il est également important d'espacer les arbres afin que les arbres de chaque rangée ne fassent pas d'ombre aux arbres des rangées adjacentes. L'espacement des arbres doit être standard au sein d'un même verger.

Lorsque l'accès des machines et l'irrigation sont prévus, il est préférable d'opter pour un aménagement de type haie rectangulaire (Fig. 41). L'espace entre les rangs («rangée de travail») doit être suffisamment grand pour permettre aux tracteurs, aux chariots de pulvérisation et aux autres machines agricoles de passer librement sans endommager les arbres ni compacter le sol (= endommager les racines).

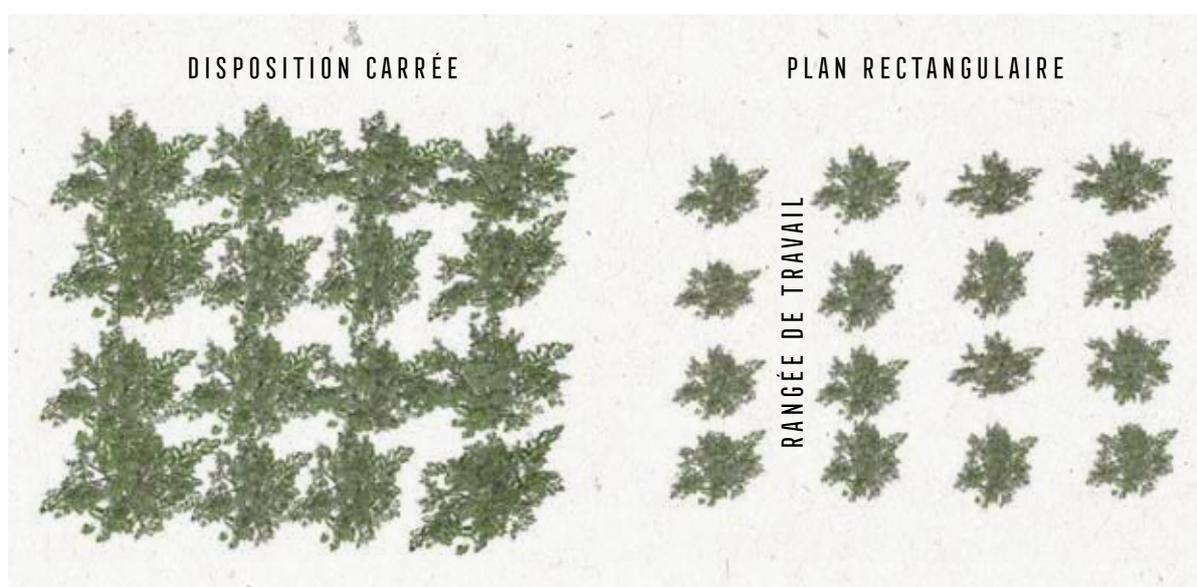


Figure 41 — Plan de haies de type carré (à gauche) ou rectangulaire (à droite) pour l'avocatier

## 4.4. MÉTHODE DE PLANTATION

### 4.4.1. TROU DE PLANTATION

Les trous de plantation doivent être creusés après l'installation du système d'irrigation et la détermination de l'espacement des arbres. Pré-irriguez le sol pour faciliter le creusement et éviter que le sol n'aspire l'eau de la motte humide. Une tarière montée sur un tracteur peut être utilisée sur terrains plats ; sur les pentes raides, les trous sont généralement creusés à la main. On peut aussi utiliser une pelle pour creuser les trous (Fig. 42). Creusez le trou à une profondeur d'environ 15 pouces, soit la même que la motte de racines. La largeur du trou doit être d'environ 2 à 3 fois le diamètre du pot ou du manchon (Bender, 2015).



Figure 42 — Utilisation d'une pelle pour mesurer la taille du trou de plantation  
(Photo : Bender S. Gary)

### 4.4.2. PLANTATION

Il est toujours tentant de soulever les arbres jusqu'au lieu de plantation en tenant le tronc, mais cela présente un risque de cassure du scion au niveau du point de greffe et d'endommagement de l'arbre. De gros morceaux de terre et de racines peuvent également se détacher si le fond des manchons est ouvert. Il est conseillé de transporter un arbre à la fois, avec une main soutenant le fond de la motte et l'autre main tenant le côté de la motte.

Si l'arbre a été cultivé dans un manchon en polyéthylène à fond ouvert, il est placé dans le trou sans toucher au manchon pour soutenir les racines. Une fois positionné de façon à ce que la motte repose sur un sol ferme et que le haut du mélange de rempotage soit légèrement au-dessus de la ligne du sol, le manchon est alors fendu avec un couteau et retiré (Fig. 43). Si l'arbre a été cultivé dans un pot doté d'un fond, il est délicatement sorti du pot après avoir fait rouler le pot sur le sol pour détacher les racines des côtés du pot. Ensuite, la motte est délicatement placée dans le trou.

#### 4.4.3. SOINS PRÉCOCES DES ARBRES

L'établissement dans le verger sera de qualité si la nutrition dans la pépinière a été gérée et si les racines ne sont pas serrées dans leurs conteneurs avant la transplantation des arbres. Cette étape est essentielle pour éviter un arrêt de croissance. Même pour les vergers alimentés par la pluie, il faut irriguer pendant plusieurs semaines après la transplantation afin que le plant puisse survivre avant que les racines ne s'étendent dans le sol du verger. Jusqu'à 50 litres par plant sont parfois nécessaires. Les plants doivent être attachés à des tuteurs pour les soutenir pendant cette période.

#### 4.4.4. TUTEURS POUR PLANTS

Les plants d'avocatier ont besoin d'être soutenus après la transplantation pour être forts et en bonne santé. Le tuteurage est un moyen de soutenir les jeunes plants d'avocatier pendant leur croissance dans votre verger. Le tuteur peut être en bois, en bambou ou en métal, selon le choix de l'agriculteur, et l'arbre ne doit pas être attaché plus fermement que nécessaire au tuteur. Le tronc doit être attaché aux tuteurs aussi bas que possible sans se renverser. Vous serez en mesure d'attacher le tronc raisonnablement bas s'il est déjà assez solide. En revanche, si le tronc est fragile, il faudra l'attacher plus haut, voire à deux niveaux.



Figure 43 — Plantation d'un avocatier (Adapté de New Zealand Avocado)



## PLANTATION DE L'AVOCATIER

### RÉSUMÉ DES PRINCIPAUX POINTS

La densité des plants dépendra de la variété et de l'espacement des arbres dans le verger. La plantation doit être effectuée avec soin pour éviter de briser les semis et pour s'assurer que le plant est bien positionné dans le trou.

- **Calendrier** : en fonction du début des pluies si l'irrigation n'est pas disponible.
- **Densité** : dépend de la variété et de l'espacement des arbres dans le verger.
- **Plan de plantation** :
  - Aligné et correspondant au système d'irrigation et au plan prévus
  - Rangées orientées nord/sud, espacez les arbres pour éviter d'ombrager les rangées adjacentes.
  - Hauteur maximale des arbres : 5,5 m
  - La disposition rectangulaire est préférable pour permettre les opérations
- **Méthode** :
  - Trou de plantation : après l'installation du système d'irrigation et la détermination de l'espacement des arbres.
  - Manipulez un arbre à la fois et soutenez la motte de racines tout en transportant le jeune plant
  - Irriguez le jeune plant pendant plusieurs semaines après la transplantation pour en favoriser la survie
  - Soutenez le jeune plant en l'attachant à des tuteurs





# 5

## GESTION DE L'AVOCATIER

## 5.1. EAU

Un hectare d'avocatiers adultes peut nécessiter jusqu'à 8 000 m<sup>3</sup> (mètres cubes) d'eau par an. La plupart des avocatiers sous les tropiques sont cultivés sous la pluie et couvrent leurs besoins en eau sans irrigation supplémentaire. Si le sol est particulièrement sec durant les deux mois qui suivent la pollinisation, les jeunes fruits tomberont et le rendement s'en trouvera réduit. Si l'irrigation est disponible, c'est la période critique. Il existe différentes méthodes de calcul de la quantité d'eau à appliquer, basées sur des sondes de sol ou des calculs d'évaporation. Il est crucial de limiter l'irrigation aux besoins de la culture, tout en évitant les pertes d'eau par évaporation, lessivage ou ruissellement.

Le captage stratégique de l'eau de pluie dans des bassins pourrait être un moyen d'économiser les sources d'eau disponibles.

Le choix de la méthode d'irrigation orientera également la fréquence et l'intensité de l'irrigation dont un agriculteur a besoin (voir section 2.7). L'irrigation peut être automatisée ou manuelle, selon la préférence de l'agriculteur.

### 5.1.1. IRRIGATION EN EXCÈS

Il est primordial de noter que l'avocatier est extrêmement sensible à l'engorgement. Après seulement 24 heures dans un sol détrempé, les avocatiers peuvent commencer à montrer des signes de dommages aux racines. Un sol saturé présente un déficit en oxygène. Plus le sol est lourd (plus la teneur en argile est élevée), plus il est susceptible d'être saturé pendant de longues périodes. Cela s'explique par le taux d'infiltration plus lent des sols plus lourds, raison pour laquelle l'eau met plus de temps à s'écouler. L'autre risque principal d'un arrosage excessif est celui de pouvoir favoriser l'établissement et la propagation du *Phytophthora cinnamoni*, également connu sous le nom de dépérissement. Ce champignon semblable à une moisissure se développe dans les sols humides et chauds, et les arbres qui ont été stressés par un engorgement sont beaucoup plus vulnérables aux attaques. Par conséquent, il est important de laisser le sol sécher jusqu'au point de remplissage que vous avez choisi plutôt que d'irriguer trop fréquemment (Mccarthy et McCauley, 2019).

## AMÉLIORER LA RÉTENTION D'EAU DU SOL

1. Augmenter la **teneur en matières organiques** et maintenir la **texture grumeleuse** du sol.
2. Réduisez les pertes par évaporation en **recouvrant** le sol d'un **paillis**.
3. **Binez** la surface du sol pour briser la croûte qui contribue à l'évaporation de l'eau.

## GÉRER LES PARCELLES DE TERRAIN POUR RÉDUIRE LES BESOINS EN EAU

1. Installez des **brise-vent** pour réduire l'évaporation et produire une litière.
2. Sur un terrain plat, aménagez la surface pour favoriser l'**infiltration** de l'eau.
3. Sur un terrain en pente, aménagez la pente pour **ralentir le ruissellement**.

## RÉDUIRE LE GASPILLAGE DE L'EAU D'IRRIGATION

1. Estimez grossièrement l'**humidité du sol** (la teneur en eau du sol).
2. **Adaptez strictement les apports** aux besoins du plant, en fonction de son état de croissance et de la densité de la culture et appliquez l'eau à proximité du système racinaire.
3. Adaptez les surfaces à irriguer à la ressource en eau disponible et utilisez la **technique la plus efficace** pour ne pas surexploiter cette ressource (gestion durable de l'eau).
4. Captez et stockez stratégiquement l'eau de pluie pendant les épisodes de précipitations de forte intensité.

## DIVERSIFIER ET PROTÉGER LES RESSOURCES EN EAU

1. Pour éviter les pertes d'eau, **entretenez soigneusement les équipements** et les systèmes d'irrigation (nettoyez les filtres, les canaux et les goutteurs, remplacez les éléments usés ou défectueux).
2. Diversifiez et exploitez **différentes sources d'eau** (y compris l'eau de pluie et l'eau utilisée pour laver les fruits et légumes); veillez à ne pas utiliser d'eau contaminée par des microbes (contamination fécale) ou des produits dangereux. N'utilisez jamais les eaux domestiques usagées : elles contiennent des bactéries dangereuses pour l'homme.
3. **Protégez** les puits de toute pollution (organique ou chimique) et veillez à la **propreté** des abreuvoirs et des zones humides (étangs, mares et ruisseaux).

Pour en savoir plus : consultez les **brochures COLEAD** sur le sujet.

## 5.2. ENGRAIS

Les producteurs doivent analyser des échantillons de sol, de feuilles et de fruits avant de décider du type et de la quantité d'engrais à appliquer, et les programmes de fertilisation doivent être adaptés aux conditions édaphiques spécifiques du site.

Pour optimiser l'efficacité de l'utilisation des engrais (c'est-à-dire le rendement des cultures par unité d'éléments nutritifs appliqués), les producteurs doivent tenir compte de la stratégie de la gérance des nutriments 4B. Ce concept souligne la nécessité d'appliquer les engrais à la bonne source, à la bonne dose, au bon moment et au bon endroit. Plusieurs méthodes d'application d'engrais peuvent ainsi être envisagées pour l'avocatier, comme la fertigation, les pulvérisations foliaires, la diffusion et les placements. C'est le seul moyen de s'assurer que les arbres reçoivent une nutrition correcte. Toutefois, s'il n'est pas possible d'effectuer des analyses détaillées ou de demander des recommandations d'engrais spécifiques au site, il est conseillé à l'agriculteur d'ajouter un engrais équilibré contenant de l'azote, du potassium et du phosphore (NPK), à partir de l'année de plantation des arbres.

### PRINCIPES DES 4B

Les principes de la gérance des nutriments 4B sont les mêmes dans le monde entier, mais la façon dont ils sont utilisés localement varie en fonction des caractéristiques propres au champ et au site, comme le sol, le système de culture, les techniques de gestion et le climat. Les principes scientifiques du cadre des 4B sont les suivants :

- **BONNE SOURCE** - Assurer un apport équilibré en nutriments essentiels, en tenant compte à la fois des sources naturellement disponibles et des caractéristiques des produits spécifiques, sous des formes disponibles dans les plants.
- **BONNE DOSE** - Évaluer et prendre des décisions en fonction de l'offre en nutriments du sol et de la demande des plants.
- **BON MOMENT** - Évaluer et prendre des décisions en fonction de la dynamique de l'absorption des cultures, de l'approvisionnement du sol, des risques de perte de nutriments et de la logistique des opérations sur le terrain.
- **BON ENDROIT** - Tenir compte de la dynamique racines-sol et du mouvement des nutriments, et gérer la variabilité spatiale dans le champ pour répondre aux besoins spécifiques des cultures et limiter les pertes potentielles du champ.

## AMÉLIORER LA STRUCTURE DU SOL

1. Appliquez des **apports rationnels** de **fumiers organiques** et de **minéraux** en tenant compte des besoins dynamiques des cultures et des bilans saisonniers, afin de compenser les pertes liées à la récolte.
2. Choisissez des **associations** bénéfiques à la nutrition des plantes cultivées (développement de bactéries et de champignons sur les racines, certaines bactéries fixant l'azote de l'air dans le sol).
3. Adoptez des **pratiques agricoles durables** qui protègent le sol et favorisent la vie microbienne dans la « gestion intégrée de la fertilité des sols » (GIFS).

## PROTÉGER LA FERTILITÉ DES SOLS

1. **Évitez la salinisation** du sol due à l'irrigation avec de l'eau salée et à l'utilisation de certaines formes d'engrais (KCl).
2. **Évitez la perte de sol par érosion**. Conservez les arbres dans des parcelles cultivées pour exploiter les ressources minérales profondes et couvrir la surface.
3. **Évitez le compactage du sol** par le piétinement ou le passage de machines qui détruisent la structure et empêchent l'air et l'eau de circuler.

## OPTIMISER LA FERTILITÉ DES SOLS

1. Avant d'appliquer les intrants appropriés, **estimez les besoins en nutriments** du sol en observant les plantes indicatrices d'une faible fertilité et en effectuant des analyses de laboratoire.
2. **Évitez toute carence** et toute **sur-application** d'intrants minéraux et organiques car cela favorise le développement des nuisibles des cultures (mouches blanches, maladies foliaires).
3. **Combinez les apports minéraux avec les apports organiques** (combinez les formes d'apports de nutriments pour éviter les excès et le lessivage) et tenez compte des principes 4B sur la gérance des nutriments pour optimiser l'efficacité de l'utilisation des nutriments (c'est-à-dire la bonne source, la bonne dose, le bon moment et le bon endroit).

Pour en savoir plus : consultez les [brochures COLEAD](#) sur le sujet.

Ne perdez pas de vue, lors de vos calculs, qu'en moyenne, les éléments suivants sont soustraits du champ lors de la récolte :

- Environ 4,5 kg d'azote par tonne de fruits
- Environ 0,8 kg de phosphate par tonne de fruits
- Environ 6,5 kg de potassium par tonne de fruits

Les quantités d'engrais à ajouter peuvent être calculées à partir de ces données. Notez que les quantités à reconstituer dépendent de l'état initial des nutriments naturels du sol. Au Kenya, par exemple, étant donné que de nombreux sols ont de faibles niveaux de phosphates, la quantité à amender par tonne de fruits récoltés devrait être relevée.

Lors de l'application d'engrais, un rapport NPK de 2:1:4 est généralement recommandé. La première année, par exemple, on recommande 40 g d'azote assimilable, 20 g de phosphore et 80 g de potassium. Ne perdez pas de vue qu'un engrais azoté typique peut ne contenir que 20 à 30 % d'azote, de sorte qu'un plant de l'année 1 aurait besoin d'environ 150 g d'un tel engrais pour fournir la quantité requise (40 g) d'azote, et il en va de même pour les autres macro-nutriments. Les années suivantes, au fur et à mesure que la surface foliaire et le volume de l'arbre augmenteront, une plus grande quantité d'engrais sera nécessaire, voir figure 44.

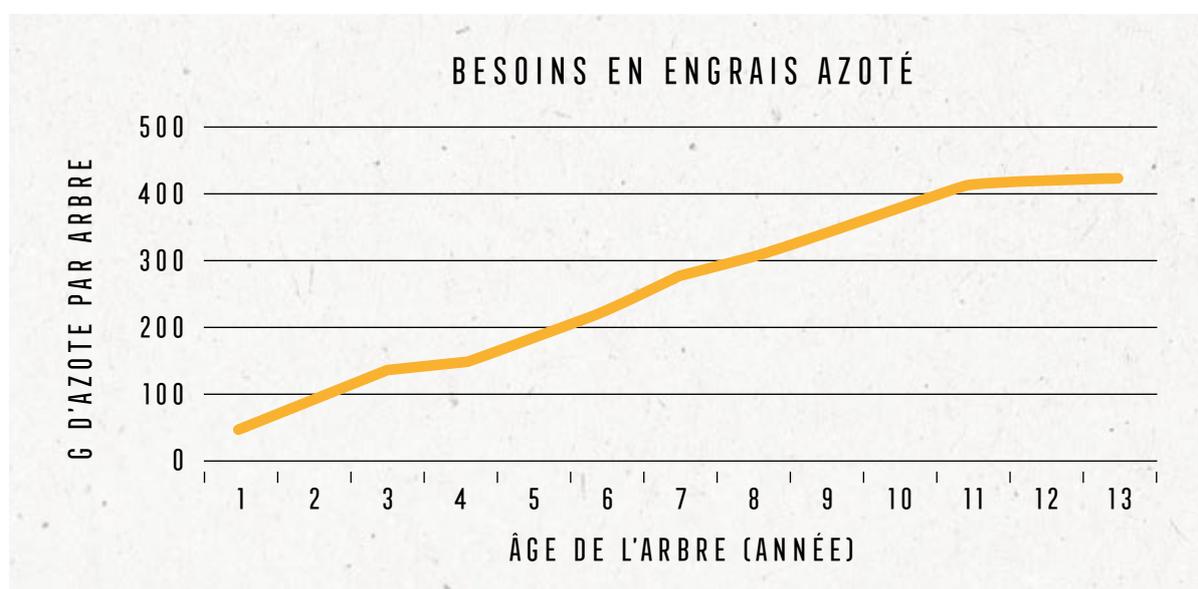


Figure 44 — Évolution des besoins en azote (grammes par arbre) au fur et à mesure de la croissance de l'arbre. Notez que les besoins en phosphore et en potassium augmentent aussi proportionnellement à l'âge de l'arbre, dans le rapport 2:1:4 pour N, P et K respectivement.

Il peut s'avérer nécessaire d'ajouter certains oligoéléments ou micro-nutriments, car dans certains cas, leur absence peut produire des symptômes de carence physiologique. Les micro-nutriments peuvent être appliqués par pulvérisation foliaire le cas échéant.

La réalisation d'une analyse de sol est fortement recommandée pour soutenir des programmes de fertigation efficaces (par exemple, adaptés aux conditions locales). La surveillance des propriétés du sol et des nutriments permet de répondre aux besoins des plants en évitant les carences ou les excès et les effets négatifs associés sur l'environnement et l'économie (mauvais rendement et coûts supplémentaires inutiles).

Le tableau 2 présente un exemple de régime d'engrais de l'Association sud-africaine des producteurs d'avocats (SAAGA).

**Tableau 2** — Un exemple de régime d’engrais de l’Association sud-africaine des producteurs d’avocats (SAAGA)

PRODUIT (NOM COMMERCIAL)	CONCENTRATION (%)	APPLICATIONS	G OU ML / ARBRE	TOTAL G OU ML / ARBRE
<b>AZOTE (N)</b>				<b>410</b>
Fumier	1,4 %	1	10 000	140
L.A.N.	23,0 %	6	40	55,2
Sulphate d’ammonium	20,6 %			0
Nitrate de calcium	19,5 %	3	367	214,7
M.A.P.	12,0 %			0
Nitrate de potassium	13,5 %			0
Nitrate de magnésium	10,0 %			0
<b>PHOSPHATE (P)</b>				<b>98,2</b>
Fumier	0,4 %	1	10 000	39
Single Super P	11,3 %	2	250	56,5
M.A.P.	37,0 %			0
Acide phosphorique (20 %)	6,7 %	2	20	2,68
<b>POTASSIUM (K)</b>				<b>197</b>
Fumier	2,0 %	1	10 000	197
Nitrate de potassium	38,0 %			0
Sulfate de potassium	42,0 %			0
Chlorure de potassium	48,0 %			0
<b>CALCIUM (CA)</b>				<b>292</b>
Fumier	1,2 %	1	10 000	121
Nitrate de calcium	15,5 %	3	367	170,66
Chaux (calcique)	30,0 %			0
Chaux (dolomitique)	20,0 %			0
Gypse	23,0 %			0
Calsi Max	10,0 %			0
Cal Trac	40,0 %			0
<b>MAGNÉSIUM (MG)</b>				<b>56,5</b>
Fumier	0,6 %	1	10 000	56,5
Chaux (dolomitique)	9,0 %			0
Nitrate de magnésium	9,5 %			0
Sulfate de magnésium	10,0 %			0
<b>SOUFRE (S) 0</b>				<b>0</b>
Fumier		1	10 000	0
Sulphate d’ammonium	24,0 %			0
Single Super P		2	250	0

PRODUIT (NOM COMMERCIAL)	CONCENTRATION (%)	APPLICATIONS	G OU ML / ARBRE	TOTAL G OU ML / ARBRE
<b>SOUFRE (S)</b>				<b>0</b>
Sulfate de potassium	18,0%			0
Sulfate de magnésium	13,0%			0
Sulfate de manganèse				0
Gypse	16,5%			0
<b>ZINC (ZN)</b>				<b>0,99</b>
Fumier	0,01%	1	10 000	0,985 <sup>1</sup>
Sulfate de zinc	35,00%			0
Zinc Max	13,00%			0
Zinc Trac	70,00%			0
<b>CUIVRE (CU)</b>				<b>0,28</b>
Fumier	0,00%	1	10 000	0,28
Oxichlorure de cuivre	50,00%			0
<b>SODIUM (NA)</b>				<b>0</b>
Fumier		1	10 000	0
<b>CHLORE (CL)</b>				<b>0,01</b>
Fumier	0,00%	1	10 000	0,0075
Chlorure de potassium	50,00%			0
<b>FER (FE)</b>				<b>85</b>
Fumier	0,85%	1	10 000	85
<b>BORE (B)</b>				<b>0,56<sup>2</sup></b>
Fumier	0,01%	1	10 000	0,56
Solubor	21,00%			0
Borax	10,00%			0
<b>MANGANÈSE (MN)</b>				<b>2,5</b>
Fumier	0,03%	1	10 000	2,5
Sulfate de manganèse	32,00%			

#### Notes

1. Le zinc est un micro-nutriment essentiel qui peut être appliqué par pulvérisation foliaire sous forme de sulfate ou de nitrate de zinc. Cependant, il ne doit être appliqué qu'au moment de la poussée de jeunes feuilles, car il ne sera pas absorbé par les vieilles feuilles. Il peut aussi être appliqué sous forme de granulés autour du tronc de l'arbre.
2. Le bore est également essentiel et ne doit pas être inférieur à 40 ppm. Il peut être appliqué par fertigation (engrais appliqué avec l'eau d'irrigation).
3. L.A.N. - Nitrate d'ammoniacal calcaire.
4. M.A.P - Phosphate de monoammonium.

### 5.2.1. FUMIER ORGANIQUE/ANIMAL

Le fumier animal doit être utilisé avec prudence en raison de sa forte teneur en sel, en azote et en phosphate. Il convient également de noter que certains fumiers, comme le fumier de poule, ont généralement des teneurs très élevées en phosphate et en nitrate, ce qui peut entraîner des déséquilibres nutritionnels dans les vergers.

Les propriétés du sol doivent être vérifiées chaque année (analyse en laboratoire) pour décider de la quantité appropriée de fumier à appliquer. Sinon, les agriculteurs biologiques peuvent utiliser le tableau suivant comme guide pour la fumure des arbres individuels (tableau 3).

**Tableau 3** — Exemple de plan d'application de fumier à base d'urine animale et d'autres produits naturels

ÂGE DE L'ARBRE (ANNÉES)	AZOTE ET POTASSIUM Litres d'urine animale mélangée à 1:4 avec de l'eau en applications fractionnées	ROCHE PHOSPHATÉE DE MINJINGU	CENDRES DE POTASSIUM SUPPLÉMENTAIRES (POIGNÉES)	FUMIER OU COMPOST DÉCOMPOSÉ
1-3	8	500 g	-	15 kg
4-5	16	900 g	-	15 kg
6-7	30	1,4 kg	1	30 kg
8-9	46	1,4 kg	2	30 kg
10-14	60 (trois seaux de 20 litres/an, mélangés à 12 seaux d'eau, répartis en plusieurs applications)	2 kg	4	30 kg
15+	80 (quatre seaux de 20 litres/an mélangés à 16 seaux d'eau, répartis en plusieurs applications)			

Adapté d'Infonet-biovision

Si du fumier de poule est disponible, il peut être utilisé à la place de l'urine animale de la manière suivante, mais assurez-vous de l'épandre suffisamment loin de la tige de l'arbre pour éviter de la brûler (Tableau 4).

**Tableau 4** — Exemple de plan d'application de fumier de poule et d'autres produits naturels

ÂGE DE L'ARBRE (ANNÉES)	FUMIER DE POULE KG / ARBRE / AN	ROCHE PHOSPHATÉE DE MINJINGU SUPPLÉMENTAIRE	CENDRES DE POTASSIUM SUPPLÉMENTAIRES - (POIGNÉES)	COMPOST DÉCOMPOSÉ
1-3	1,5	150 g	-	15 kg
4-5	3	300 g	-	15 kg
6-7	6	450 g	1	30 kg
8-9	9	450 g	2	30 kg
10-14	12	800 g	4	30 kg
15+	15	1 kg	8	30 kg

Adapté d'Infonet-biovision

## 5.3. COUVERTURE DES SOLS

### 5.3.1. PAILLAGE

Le paillage consiste à recouvrir le sol situé à côté de la culture avec des matières organiques telles que du compost ou des résidus de culture. Le paillage :

- améliore la teneur organique du sol
- améliore la rétention d'humidité
- favorise une bonne croissance
- réduit la croissance des mauvaises herbes.

Le paillage est également censé réduire les niveaux de nématodes nuisibles et la transmission des maladies propagées par les éclaboussures de pluie. Le paillage est particulièrement bénéfique pour l'avocatier en raison de la prédominance d'un système racinaire peu profond. Les maladies du sol étaient combattues par le paillage avant que les fongicides ne soient largement utilisés voici une trentaine d'années, et cette technique utile est aujourd'hui sous-utilisée. Le choix du matériel est important, car certaines substances organiques, comme la sciure, peuvent entraîner un appauvrissement en azote (les bactéries et les champignons qui les décomposent absorbent beaucoup d'azote que l'arbre aurait pu utiliser, ce qui a des effets délétères). Toutes les feuilles d'avocatier tombées naturellement et le matériel de taille sain des arbres peuvent être laissés sur le sol pour fournir une certaine quantité de paillis. La plupart du matériel végétal (par exemple, les tontes de gazon séchées, la paille, le feuillage des plantes, les matières végétales domestiques) peut être utilisé comme paillis (Fig. 45-47). Les branches d'avocatier taillées doivent être réduites en copeaux avant d'être utilisées comme paillis.



Figure 45 — Herbe séchée utilisée comme paillis dans un verger d'avocatiers (Photo : Simon Newett)



Figure 46 — Paillis de bois ou d'écorces appliqué autour d'un avocatier (Photo : Bender S. Gary)



Figure 47 — Paillis de feuillage de plantes sur un avocatier (Photo : Thomas Nelson)

### 5.3.2. CULTURES DE COUVERTURE

Les cultures de couverture sont bénéfiques dans les jeunes vergers et avec des arbres plus anciens qui ont été fortement taillés. Les cultures de couverture peuvent également être pratiquées le long des limites des vergers et le long des routes. Une culture de couverture peut être constituée de végétation résidente (l'option la plus économique), d'une ou plusieurs espèces annuelles semées, ou d'une combinaison des deux. Les cultures de couverture telles que le pois à vache, la fève veloutée, la féverole, le tournesol, la moutarde, le ray-grass, le triticale et le pois d'Angole (Rowe-Fish et Faber, 2021) offrent un abri aux insectes bénéfiques tout en réduisant la poussière, qui est propice aux épidémies d'acariens. Les mauvaises herbes sont tenues en échec par la concurrence des espèces de plantes de couverture appropriées.

### 5.4. GESTION DES MAUVAISES HERBES

Les mauvaises herbes concurrencent souvent les arbres pour l'eau et les nutriments, en particulier au cours des premières années de croissance du verger. Dans les vergers sains et matures, dotés d'un paillage épais et d'une canopée dense qui recouvre le terrain, les mauvaises herbes sont généralement un problème mineur. La concurrence des mauvaises herbes peut poser problème dans les pépinières et les vergers plus anciens où les arbres ont été fortement taillés ou sont en mauvaise santé, ce qui donne une canopée mince qui permet à plus de lumière d'atteindre le sol.

Il convient d'envisager un programme de lutte intégrée contre les mauvaises herbes qui comprend plusieurs stratégies pour gérer le nombre de mauvaises herbes d'une manière économiquement et écologiquement rationnelle. Ces stratégies combinent généralement des méthodes culturelles, mécaniques, chimiques et biologiques de gestion des mauvaises herbes.

#### 5.4.1. SURVEILLANCE DES MAUVAISES HERBES

Un suivi régulier des espèces de mauvaises herbes et de leur nombre peut aider à sélectionner des méthodes de lutte efficaces et à déterminer quand d'autres mesures sont nécessaires. Identifiez les nouvelles espèces de mauvaises herbes et les mauvaises herbes qui ont échappé aux efforts de gestion précédents et répertoriez-les. Cela permettrait de savoir quels produits prendre en compte et quand ils peuvent être appliqués dans la gestion des mauvaises herbes (UC-IPM, 2016).

#### 5.4.2. PRATIQUES CULTURALES ET MÉCANIQUES

##### 5.4.2.1. ASSAINISSEMENT

Évitez d'introduire des mauvaises herbes et éliminez les conditions qui favorisent leur croissance. Pour éviter la propagation des graines de mauvaises herbes et des structures pérennes, nettoyez les équipements après avoir travaillé sur un terrain infesté. Il est possible de planifier le travail de manière à ce que les sites les plus infestés soient traités en dernier lieu ou à ce que l'équipement soit soigneusement nettoyé entre les sites si plusieurs sites sont traités.

##### 5.4.2.2. IRRIGATION

La croissance des mauvaises herbes est fortement influencée par le système et la fréquence d'irrigation. La fréquence des activités de désherbage s'accroît lorsque l'eau est répartie sur une plus grande surface et que la lumière du soleil pénètre plus souvent dans le sol. Comme la surface du sol à l'intérieur du rang d'arbres reste plus sèche, le désherbage doit être moins fréquent lorsque les arbres sont plantés sur des bermes.

##### 5.4.2.3. PAILLAGE

Le meilleur moyen de lutter contre les mauvaises herbes est d'appliquer une couche de matière organique grossière d'une épaisseur de 10 à 15 cm (4 à 6 pouces). Le paillis peut être fabriqué à partir d'écorces, de déchets verts (résidus de jardinage résidentiel), d'herbe et de copeaux de bois. Appliquez du paillis organique sur une zone de plusieurs pieds de large autour des avocatiers récemment plantés, en gardant le paillis fin près des troncs ou à environ 15 cm de distance pour éviter les problèmes de maladies du collet. Pendant les premières années de croissance des arbres, appliquez du nouveau paillis une fois par an. Si le paillis de feuilles naturel devient inadéquat plus tard dans la vie des arbres, envisagez d'ajouter un paillis organique supplémentaire au moins une fois toutes les quelques années afin de

conserver une couche suffisamment épaisse pour tenir les mauvaises herbes à distance, en particulier si le paillis de feuilles a été emporté par le vent ou par les eaux (UC-IPM, 2016).

Le paillis organique présente de nombreux avantages en plus de la lutte contre les mauvaises herbes, comme l'élimination de la pourriture phytophthoréenne des racines, la conservation de l'humidité du sol et l'amélioration constante de la qualité du sol.

Les toiles anti-mauvaises herbes (paillis de polypropylène ou de polyester perméables à l'eau) présentent certains avantages par rapport au paillis organique et sont utilisées occasionnellement autour de jeunes arbres. Les plantes vivaces qui peuvent s'épanouir grâce au paillis organique sont supprimées par les tissus anti-mauvaises herbes.

#### 5.4.2.4. CULTURES DE COUVERTURE

Les mauvaises herbes sont tenues en échec par la concurrence des espèces de plantes de couverture appropriées, comme le ray-grass (voir 5.3.2).

#### 5.4.2.5. UTILISATION D'ANIMAUX

Dans les petits vergers, on peut laisser les animaux, comme les chèvres, paître et se nourrir des mauvaises herbes du verger, ce qui empêche la croissance des mauvaises herbes (Fig. 48).



Figure 48 — Animaux (chèvres) se nourrissant de mauvaises herbes

#### 5.4.2.6. DÉSHÉRBAGE À LA MAIN

Les avocatiers sont généralement désherbés à l'aide d'une débroussailleuse à fil ou d'une débroussailleuse mécanique, d'un binage, d'une machette et d'un arrachage manuel des mauvaises herbes développées. Le désherbage manuel permet d'éliminer la végétation près des troncs, comme les mauvaises herbes éparses qui poussent dans le paillis et les hautes herbes ou les espèces problématiques qui poussent au bord du paillis, afin de les maîtriser. Il faut veiller à ne pas blesser l'arbre en utilisant des protections du tronc et en appliquant à nouveau du paillis jusqu'à l'aplomb de la ramure.

#### 5.4.3. TRAVAIL DU SOL

Travaillez le sol le long des limites, et éventuellement au milieu lorsque les arbres sont jeunes. Il est conseillé de le faire lorsque les mauvaises herbes ne font pas plus de dix centimètres de long. Pour les plantes vivaces comme le souchet, l'herbe de Dallis et l'herbe de Johnson, il est essentiel de travailler le sol peu après la levée. Ces mauvaises herbes produisent des tubercules souterrains ou des rhizomes à partir desquels elles peuvent repousser après le labour une fois qu'elles ont produit plus de quelques feuilles (UC-IPM, 2016).

En labourant trop près de la rangée d'arbres, on risque de couper les racines nourricières, ce qui peut réduire l'absorption d'eau et de nutriments. Le travail du sol peut également propager des propagules de pathogènes racinaires et des structures végétatives de mauvaises herbes vivaces. Un travail du sol excessif entraîne une augmentation de la poussière, de l'érosion et de la perte d'humidité du sol, ainsi que des dommages à la structure du sol et une diminution de l'infiltration de l'eau. Arrêtez le travail du sol lorsque les arbres atteignent une hauteur de 6 à 8 pieds pour éviter d'endommager les systèmes racinaires.

##### 5.4.3.1. FAUCHE

Dans la mesure du possible, tondez ou fauchez le long des bordures et des marges des vergers, et dans les inter-rangs entre les jeunes arbres. La fauche empêche l'érosion et aide les racines des cultures de couverture ou des plantes résidentes à maintenir une bonne pénétration de l'eau par rapport à un sol labouré ou nu. Les conditions de poussière sont minimisées par temps sec. Les équipements de fauche sont moins coûteux et plus simples à utiliser que les déchaumeurs. Vu la plus grande légèreté de l'équipement, le compactage du sol s'en trouve réduit. Dans la rangée d'arbres, des tondeuses spéciales peuvent être utilisées pour faucher les mauvaises herbes autour des troncs ou éjecter les coupes centrales dans la rangée d'arbres pour fournir du paillis. Les bonnes cultures de couverture, lorsqu'elles sont fauchées, sont plus résistantes à l'invasion de nouvelles mauvaises herbes que les plantes résidentes (UC-IPM, 2016).

#### 5.4.3.2. FLAMBAGE

Des brûleurs de conception spécifique, dont la plupart fonctionnent au propane, peuvent être utilisés pour lutter contre les mauvaises herbes. Les applicateurs d'eau chaude ou de vapeur, ainsi que les instruments à infrarouge, sont des exemples d'équipement à flamme non nue. Les brûleurs se déclinent en un large éventail de tailles et peuvent être transportés ou montés sur une charrette à bras ou un tracteur. Les petits dispositifs ont généralement une seule source de flamme, tandis que les brûleurs mécanisés sont dotés de plusieurs brûleurs (UC-IPM, 2016).

Le flambage présente de nombreux avantages, notamment un contrôle à large spectre des mauvaises herbes à feuilles larges, un faible coût (en fonction des coûts du carburant et de la main-d'œuvre) et l'absence de résidus chimiques. Il existe un certain nombre d'inconvénients, notamment un manque de puissance résiduelle, un mauvais contrôle de certaines herbes et mauvaises herbes vivaces, la nécessité d'un calendrier précis pour assurer un bon contrôle des mauvaises herbes, les dangers de la manipulation de gaz inflammable sous pression, le risque d'endommagement des tuyaux d'irrigation et le risque d'incendie lorsqu'ils sont utilisés sur des pentes raides.

**Le paillage et le désherbage manuel** sont les moyens les plus simples et les plus sûrs de lutter contre les mauvaises herbes qui étouffent les jeunes arbres. Il est important d'exclure les mauvaises herbes à mesure que les bosquets mûrissent en offrant des soins culturaux appropriés et des conditions de croissance favorables pour les arbres. Des arbres sains et productifs créent une canopée dense qui fait de l'ombre au sol et fournit un paillage naturel grâce aux feuilles tombées.

#### 5.4.4. LUTTE CHIMIQUE

La lutte chimique ne doit être envisagée qu'en dernier recours.

##### 5.4.4.1. HERBICIDES

Lorsque vous utilisez des herbicides, choisissez les produits et les doses en fonction des espèces de mauvaises herbes à combattre, du type de sol, du système d'irrigation et du risque de dommages aux arbres. Vu qu'aucun herbicide ne permet de lutter contre toutes les espèces de mauvaises herbes, il est souvent nécessaire d'utiliser des combinaisons de produits ou de procéder à des traitements séquentiels avec différents produits lorsque des herbicides sont utilisés.

##### 5.4.4.2. HERBICIDES DE PRÉ-LEVÉE

Les herbicides de pré-levée détruisent les plantes sensibles pendant et peu après la germination ; cependant, la plupart d'entre eux sont inefficaces contre les mauvaises herbes émergentes. Pour garantir leur sécurité, la plupart des herbicides de pré-levée doivent être introduits dans les premiers centimètres du sol par la pluie, une irrigation légère d'environ 0,5 pouce ou le travail du sol. Pour éviter de perdre leur efficacité, certains herbicides de pré-levée doivent être transférés dans le sol immédiatement, tandis que d'autres peuvent rester à la surface pendant un court moment avant d'être incorporés, alors que d'autres encore perdent leur efficacité si le sol est cultivé après l'application. Suivez les instructions figurant sur l'étiquette pour le processus et le moment de l'incorporation avant la pluie ou l'irrigation (UC-IPM, 2016).

##### 5.4.4.3. HERBICIDES DE POST-LEVÉE

Les herbicides qui sont pulvérisés sur les feuilles et les tiges des mauvaises herbes nouvellement apparues sont appelés herbicides de post-levée. Dans la plupart des cas, les herbicides sont classés comme étant de contact ou systémiques. Les herbicides de contact ne détruisent que les parties de la plante qui sont pulvérisées, il est donc crucial d'avoir une bonne couverture de pulvérisation, en particulier pour les grandes mauvaises herbes ou les infestations denses. Les herbicides de contact sont les plus efficaces sur les plantules et les jeunes mauvaises herbes (UC-IPM, 2016).

Les herbicides transloqués ou systémiques se déplacent dans le système vasculaire de la plante, du feuillage traité aux autres parties de la plante, y compris les racines et les rhizomes. Ils sont les plus efficaces pour traiter les mauvaises herbes vivaces et sont plus efficaces sur les plantes en croissance active. Les herbicides systémiques, en revanche, présentent un plus grand risque de phytotoxicité pour l'avocatier que les herbicides de contact.

Si certaines mauvaises herbes sont déjà levées, on utilise souvent un mélange d'herbicides de pré-levée et de post-levée non sélectifs. (UC-IPM, 2016).

## 5.5. TAILLE

La taille est l'enlèvement planifié de matière sur l'arbre. Ses objectifs sont les suivants :

- Améliorer la pénétration de la lumière.
- Fournir une structure arborescente solide.
- Ouvrir l'arbre afin que les fleurs et les fruits soient exposés à l'air et à la lumière.
- Contrôler la taille et la vigueur.
- Maintenir le rendement et la qualité.
- Remettre en bon état de santé les arbres négligés.

Pour donner à l'arbre un bon départ et réduire la perte d'eau au cours des premières semaines critiques, les branches sont coupées d'un tiers de leur longueur. Si plusieurs pousses horizontales sont proches les unes des autres, on peut enlever les plus faibles. Au début de la vie de l'arbre, l'objectif principal est d'en produire la structure de base, appelée formation. Cela sert normalement à encourager les ramifications latérales (Fig. 49) ou à maintenir un axe central (Fig. 50) dans certaines variétés.

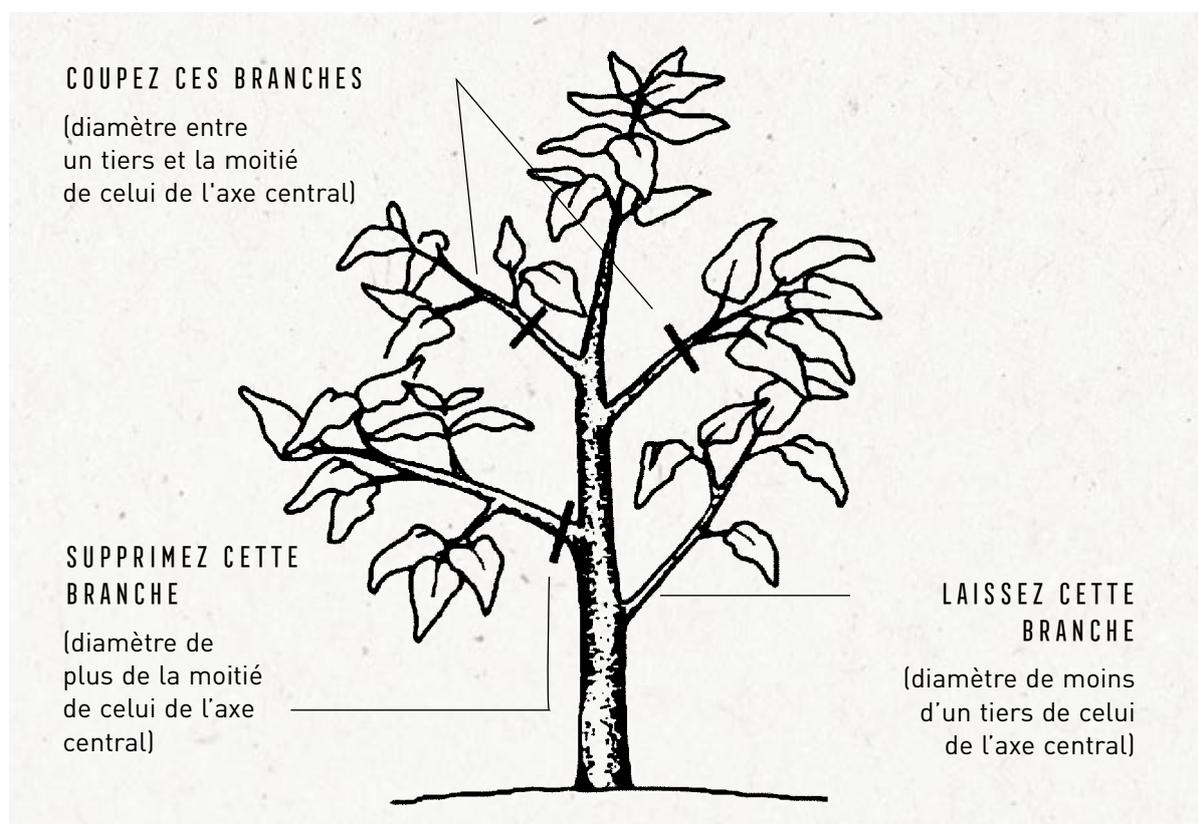


Figure 49 — Étêtage de jeunes plants d'avocatier pour encourager les ramifications latérales  
(Photo : Newett *et al.* 2001)

Lors de la fructification de l'arbre, la taille vise à éliminer les éléments faibles ou morts et à contrôler ou encourager la vigueur. Cette taille est connue sous le nom de taille de renouvellement. Quand les pousses verticales sont trop nombreuses, certaines seront supprimées. Si l'arbre devient trop haut, la forte croissance verticale est coupée ou étêtée. Les formes et hauteurs d'arbres préférées varient en fonction du régime de gestion.

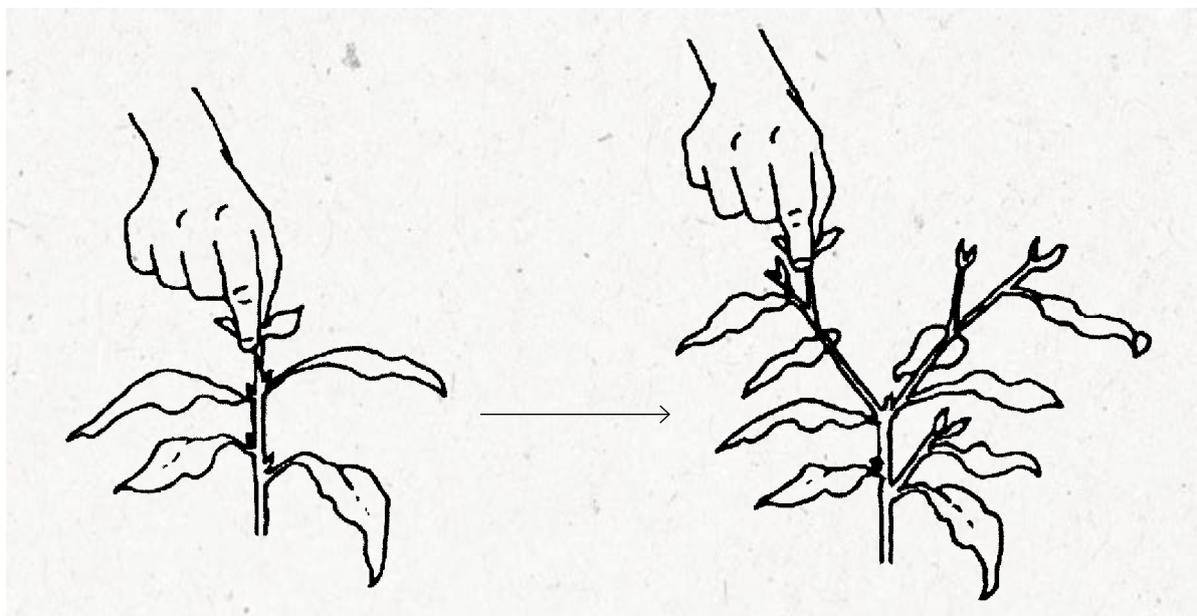


Figure 50 — Taille d'un jeune avocatier pour maintenir un axe central  
(Photo: Newett *et al.* 2001)

La taille est généralement effectuée après la récolte et avant la floraison. Un guide consiste à tailler de manière à ce que la hauteur de la canopée soit égale à 70% de la largeur du rang, avec une forme triangulaire pour une meilleure interception de la lumière (c'est ce qu'on appelle aussi la taille en haie) (Fig. 51). Il est parfois judicieux de tailler chaque année les deux côtés de l'arbre. Si des arbres doivent être pulvérisés, leur architecture doit être compatible avec une bonne répartition et une bonne pénétration du produit et leur hauteur ne doit pas dépasser 5,5 mètres. Lorsque la croissance est très vigoureuse, la taille peut être effectuée plusieurs fois dans l'année.

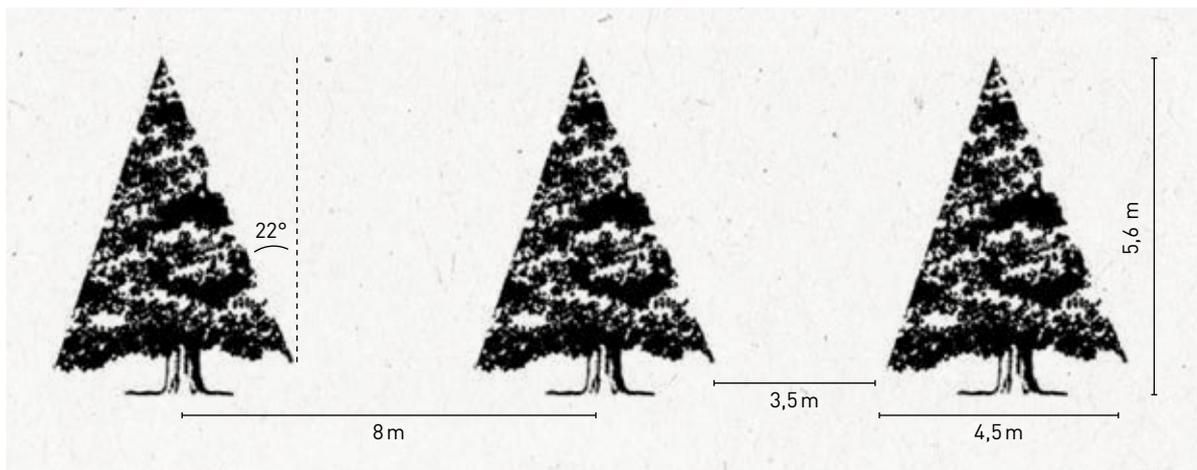


Figure 51 — Voici à quoi les arbres devraient ressembler après la taille en rangée de haie  
 (Photo : Newett *et al.* 2001)

Les arbres matures qui sont devenus trop grands pour permettre une gestion efficace peuvent également être taillés jusqu'à une souche d'environ 1 m de haut afin de les laisser repousser. C'est ce qu'on appelle l'élagage à la souche (Fig. 52).



Figure 52 — Un verger d'avocatiers qui a été élagué à la souche  
 (Photo : A.W. Whitley)

Supprimez le bois mort et les momies de fruits (vieux fruits secs) du verger (Fig.53). Ils sont une source d'infection fongique.



Figure 53 — Fruits morts sur l'arbre

(Photo: COLEAD Formation technique sur la qualité de l'avocatier - Caractéristiques de l'avocatier)

Dans le cas de plants greffés, il faut supprimer les surgeons (pousses poussant à partir du porte-greffe) (Fig. 54). Toute croissance endommagée ou cassée doit également être retirée à l'aide de sécateurs, d'une machette tranchante ou d'une scie d'élagage.



Figure 54 — Pousses/surgeons poussant à partir du porte-greffe d'un avocatier greffé  
(Photo: COLEAD Formation technique sur la qualité de l'avocatier - Caractéristiques de l'avocatier)

La taille pour gérer la taille du plant est également importante. Les avocats deviennent grands si une taille structurale n'est pas effectuée. Des variétés telles que le Fuerte peuvent atteindre une hauteur de 10 mètres, ce qui rend la récolte difficile et dangereuse. En outre, si les arbres sont très hauts, l'opération de récolte endommage beaucoup de fruits qui tombent accidentellement sur le sol. Les grands arbres empêchent également la pulvérisation avec des équipements simples et bon marché. La taille est également une occasion de favoriser la santé - si les branches sont serrées les unes contre les autres, l'incidence de maladies telles que l'antracnose augmente car on accroît la micro-humidité autour des fleurs, ce qui fait naître des conditions favorables à la pénétration des spores fongiques dans les embryons de fruit. La taille doit ouvrir la canopée pour permettre à l'air de pénétrer jusqu'aux fleurs (l'orientation des rangs dans le sens du vent dominant favorise également la circulation de l'air).

La stérilisation des outils de taille permet d'éviter la propagation des maladies à transmission interne d'arbre en arbre. Cela signifie qu'il faut tremper les outils de taille dans une solution désinfectante ou une solution d'eau de Javel à 20% entre les arbres pour éviter que les maladies transmises par la sève, telles que les infections virales ou les problèmes fongiques comme le *Phytophthora*, ne se propagent d'un plant infecté aux plants sains. En pratique, ce sont les maladies virales qui imposent vraiment la stérilisation des outils, car elles se transmettent facilement au système vasculaire des plantes non infectées.

## 5.6. NOUAISSON DES FRUITS

### 5.6.1. POLLINISATION

Les avocats ont un schéma de floraison spécifique afin de réduire le risque d'autopollinisation. Selon la région agro-écologique, les périodes de floraison maximale varient selon les cultivars, et les fruits se développent à des rythmes différents. Au Kenya, par exemple, le Fuerte et le Hass ont des périodes de floraison maximale et de maturité différentes, voir ci-dessous.

Tableau 5 — Périodes de floraison maximale pour les variétés Hass et Fuerte au Kenya

CULTIVAR	PIC DE FLORAISON	PIC DE RÉCOLTE
Fuerte	Septembre/octobre	De mars à mai
Hass	Octobre	De juin à septembre

Les fleurs d'avocatier doivent être pollinisées avant la nouaison des fruits. Les fleurs sont soit mâles, soit femelles (figure 55). La pollinisation nécessite donc le transfert du pollen d'une fleur mâle au stigmate d'une fleur femelle, même lorsqu'une variété est autofertile.



Figure 55 — Fonctionnalité de la fleur femelle (gauche) et fonctionnalité de la fleur mâle (droite)  
(Photo: COLEAD Formation technique sur la qualité de l'avocatier - Caractéristiques de l'avocatier)

Il existe deux types de variétés d'avocatier dont les fleurs sont fertiles à différents moments de la journée (appelés types A et B) ; voir le tableau ci-dessous (tableaux 6 et 7). Les producteurs qui utilisent des arbres pollinisateurs doivent connaître cette liste, car un arbre de type «A» pollinise mieux un type «B» et vice versa, ce qui donne une bonne fertilisation, une bonne nouaison et un bon rendement. Toutes les variétés ont un meilleur rendement lorsque le pollen provient d'une autre variété, et cela s'applique même au Hass, qui est parfois considéré comme hautement autofertile.

**Tableau 6** — Variétés d’avocatier des types de floraison A et B

VARIÉTÉS « A »	VARIÉTÉS « B »
Hass	Bacon
Gwen	Ettinger
Lamb	Fuerte
Pinkerton	Sharwil
Reed	Sir Prize
GEM	Walter Hole
Harvest	Zutano
Anaheim	Edranol

**Tableau 7** — Séquence d’ouverture des fleurs d’avocatier à des températures « idéales » (maximum 25°C et minimum 20°C) pour les types de floraison A et B

SÉQUENCE D’OUVERTURE DES FLEURS D’AVOCATIER À DES TEMPÉRATURES « IDÉALES » (MAXIMUM 25°C ET MINIMUM 20°C) POUR LES TYPES DE FLORAISON A ET B				
Type de fleur	Jour 1 Matin	Jour 1 Après-midi	Jour 2 Matin	Jour 2 Après-midi
A	femelle	fermée	fermée	mâle
B	fermée	femelle	mâle	fermée

Les fleurs de type A s’ouvrent d’abord le matin et se ferment avant midi, elles s’ouvriront ensuite le lendemain comme les mâles, le cycle durant de 30 à 36 heures. Les fleurs de type B restent fermées le matin du premier jour, mais s’ouvrent dans l’après-midi du même jour que la femelle. Elles s’ouvrent ensuite le matin du jour 2 en tant que mâle et restent fermés l’après-midi (Gazit and Degani, 1998).

Par conséquent, la plantation de certains arbres d’un type de floraison différent dans un verger peut accroître les chances de réussite de la pollinisation. Alors qu’il n’existe actuellement aucun rapport de plantation déterminé entre les arbres pollinisateurs et la variété principale d’avocatier dans un verger, un sur neuf étant courant, avec des arbres régulièrement espacés dans le verger pour minimiser la distance entre les arbres pollinisateurs et la variété principale. Un exemple de plantation est présenté dans la figure ci-dessous (Fig. 56) (Mccarthy et McCauley, 2014).

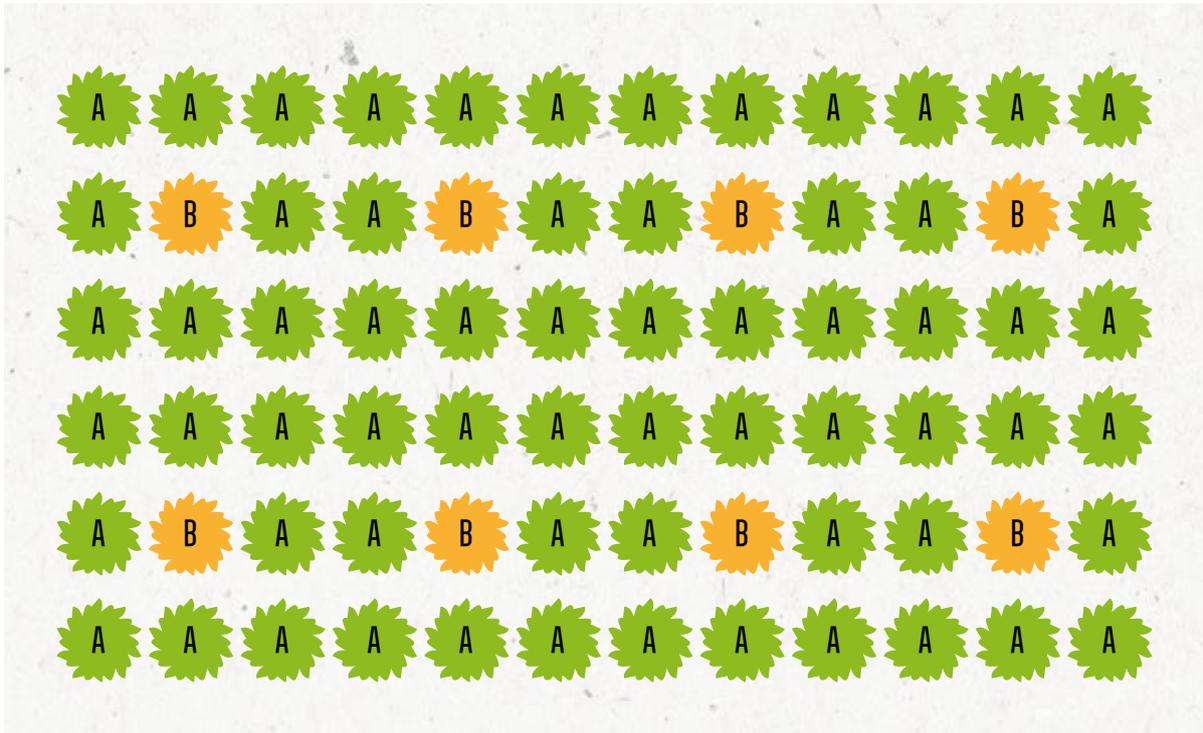


Figure 56 — Un ratio de plantation d'arbres pollinisateurs de un pour neuf (B/jaune) à la variété principale (A/vert) (Adapté de Mccarthy et McCauley, 2014)

L'Ettinger est un pollinisateur particulièrement efficace pour le Hass. La pollinisation est généralement assurée par les insectes, et si l'on fait l'expérience de l'exclusion des fleurs, aucun fruit ne se forme. On a constaté que les abeilles domestiques sont les pollinisateurs les plus importants, même lorsque les guêpes et les mouches sont abondantes. La présence de ruches d'abeilles domestiques dans le verger ou à proximité est donc recommandée. Il faut également envisager de placer des ruches dans le verger. Il est préférable de les placer en petits groupes relativement bien répartis dans les blocs en fleur, à raison de deux à cinq ruches par hectare. Les ruches ne doivent pas être placées à l'extérieur des blocs car les abeilles éclaireuses pourraient trouver des fleurs alternatives plus rapidement et ignorer les avocats (Mccarthy et McCauley, 2014).



Figure 57 — Abeille à miel butinant les fleurs d'un avocatier  
(Photo: COLEAD Formation technique sur la qualité de l'avocatier - Caractéristiques de l'avocatier)

Selon les conditions climatiques, certains cultivars comme le Pinkerton, le Mendez et le Hass ont deux ou plusieurs floraisons par an. Le délai entre la pollinisation et la récolte est généralement d'environ 10 mois (fourchette de 6 à 14 mois). Ainsi, les fruits de deux ou plusieurs floraisons peuvent être présents simultanément.



Figure 58 — Avocatier en train de fleurir alors que les fruits de la floraison précédente sont encore sur l'arbre  
(Photo: COLEAD Formation technique sur la qualité de l'avocatier - Caractéristiques de l'avocatier)

## 5.7. INDUCTION FLORALE

Une mauvaise pollinisation peut être le résultat de plusieurs problèmes, notamment le manque de pollen, le transfert de pollen ou la viabilité de celui-ci. Les conditions météorologiques pendant la floraison ont également un effet important.

Une période de basse température (inférieure à 20°C) et de courte durée de jour (moins de 10 heures) est nécessaire pour initier la transition du bourgeon végétatif au bourgeon floral.

La manipulation de l'intensité de la floraison permet de manipuler la taille de la récolte. La manipulation de l'intensité des fleurs peut être réalisée par la suppression des fleurs de manière mécanique (taille des fleurs) ou par une application chimique. L'éclaircissement chimique des fleurs est obtenu par l'application d'acide gibbérellique (GA3). Selon le moment de son application, il peut entraîner l'absence de floraison, une réduction de l'intensité des fleurs, une modification du rapport entre les inflorescences déterminées et indéterminées, ou une poussée végétative avancée. Lorsqu'il est appliqué pendant la période d'initiation florale, il permet aux fleurs déjà initiées de continuer à se développer, mais arrête l'initiation de nouvelles fleurs (Mccarthy et McCauley, 2014).

Il a été démontré qu'une augmentation du stress hydrique sur l'avocatier entraîne une réduction de la poussée végétative. Par conséquent, le maintien de niveaux d'humidité adéquats pendant les saisons chaudes ou sèches serait un moyen d'améliorer la poussée végétative. L'amélioration de la poussée végétative se traduirait par une amélioration de l'intensité de la floraison et de la nouaison.

Le choix du moment de l'application des engrais azotés peut également modifier les rendements et l'intensité de l'alternance de rendement des récoltes. Les applications après l'engagement irréversible de la floraison ont entraîné une augmentation de la taille des fruits à la récolte. Alors que les applications après l'anthèse ont contribué à réduire l'intensité de l'alternance de rendement des récoltes.

## 5.8. NOUAISON DES FRUITS

L'avocatier est connu pour avoir un grand nombre de fleurs à certaines saisons tout en donnant des récoltes très légères. Plusieurs facteurs ont une incidence sur la nouaison. Tout d'abord, comme nous l'avons vu plus haut, il faut que le pollen soit transféré sur le stigmate (parties femelles) de la fleur lorsqu'elle est réceptive. Il est prouvé que l'augmentation du nombre de grains de pollen déposés sur un stigmate réceptif augmentera la probabilité d'une pollinisation efficace - d'où l'intérêt d'augmenter le nombre de pollinisateurs et d'acteurs de la pollinisation (Mccarthy et McCauley, 2014).

La température et l'humidité sont également des facteurs importants. La température affecte le taux de croissance du tube pollinique - plus la température est basse, plus le taux de croissance est lent. Les températures froides modifient le cycle de floraison en retardant l'ouverture et la fermeture normales de la fleur de l'avocatier, en prolongeant la période globale de floraison, en retardant la libération du pollen,

en ralentissant la croissance des tubes polliniques et en réduisant le nombre de fleurs ouvertes un jour donné.

La pluie et la nutrition peuvent également avoir un impact sur la pollinisation. La pluie pendant la journée réduit l'activité des abeilles, ce qui affecte la collecte et le transfert du pollen. Il est également possible que la pluie lave le pollen des fleurs, réduisant ainsi la quantité de pollen disponible. Il en va de même pour les températures diurnes froides, car les abeilles seraient beaucoup moins actives à des températures inférieures à 16°C.

La présence de niveaux adéquats de bore dans les organes floraux pendant la floraison contribuerait à améliorer la nouaison. Si les niveaux sont faibles, une application foliaire de bore avant la floraison peut aider.

## 5.9. ÉCLAIRCISSEMENT DES FRUITS

Le marché a une préférence pour les fruits de plus grande dimension, mais lorsqu'un arbre porte un très grand nombre de fruits en développement, ils ont tendance à être plus petits. L'élimination (l'éclaircissement) de certains des fruits en développement tendra à produire les avocats plus lourds souhaités. Ce processus décourage également le portage bisannuel, c'est-à-dire la tendance de certains arbres à produire des récoltes abondantes une année et médiocres l'année suivante. Une chose qu'il faut garder à l'esprit à propos de l'éclaircissage est que si un agriculteur est payé au nombre de fruits, cela l'encourage à produire de petits fruits. Le paiement d'une prime de taille et de qualité aux petits exploitants stimulera la production des catégories préférées du marché.



## GESTION DE L'AVOCATIER

### RÉSUMÉ DES PRINCIPAUX POINTS (1)

Les avocitiers doivent être gérés correctement pour garantir des rendements de bonne qualité. Des programmes d'irrigation et de fertilisation doivent être mis en place en plus d'autres bonnes pratiques agricoles telles que le paillage, la gestion des mauvaises herbes et la taille.

Des pollinisateurs tels que les abeilles peuvent être incorporés pour assurer une bonne nouaison des fruits. En outre, la culture intercalaire de variétés de différents types de fleurs est importante pour le succès de la pollinisation.

- Eau :
  - L'arbre est très sensible à l'engorgement
- Engrais :
  - Des recommandations spécifiques au site sont nécessaires
  - Tenir compte des « principes 4B sur la gérance des nutriments » pour optimiser l'efficacité de l'utilisation des nutriments et des engrais
  - Ratio NPK de 2:1:4
  - Fumier organique/animal
  - « Gestion intégrée de la fertilité des sols » basée sur l'analyse des sols
- Couverture des sols :
- Paillage
- Cultures de couverture
- Gestion des mauvaises herbes :
  - Surveillance des mauvaises herbes
  - Pratiques culturales et mécaniques
    - Assainissement
    - Irrigation
    - Paillage
    - Cultures de couverture
    - Animaux
    - Désherbage à la main
    - Travail du sol avant la plantation
    - Fauche
    - Flambage



## GESTION DE L'AVOCATIER

### RÉSUMÉ DES PRINCIPAUX POINTS (2)

- Lutte chimique : herbicides de pré-levée, herbicides de post-levée (en dernier recours)
- Taille :
  - Améliorer la pénétration de la lumière.
  - Fournir une structure arborescente solide.
  - Ouvrir l'arbre afin que les fleurs et les fruits soient exposés à l'air et à la lumière.
  - Contrôler la taille et la vigueur.
  - Maintenir le rendement et la qualité.
  - Remettre en bon état de santé les arbres négligés.
- Nouaison des fruits : plantation de certains arbres d'un type de floraison différent dans un verger peut accroître les chances de réussite de la pollinisation.
- Nouaison des fruits : facteurs :
  - Température & humidité
  - Nutrition
- Éclaircissement des fruits : l'élimination (l'éclaircissement) de certains des fruits en développement tendra à produire les avocats plus lourds souhaités.
- Induction florale : Une période de basse température (inférieure à 20°C) et de courte durée de jour (moins de 10 heures) est nécessaire pour initier la transition du bourgeon végétatif au bourgeon floral.
  - La manipulation de l'intensité des fleurs peut être réalisée par la suppression des fleurs de manière mécanique (taille des fleurs) ou par une application chimique (acide gibbérellique (GA3)).







**NUISIBLES ET  
MALADIES DE  
L'AVOCATIER**

## 6.1. PRINCIPAUX NUISIBLES ET MALADIES

Résumé des principaux nuisibles et maladies affectant l'avocatier avec indication des stades de la culture.

**Tableau 8** — Principaux nuisibles et maladies affectant l'avocatier avec indication des stades de culture touchés

NUISIBLE OU MALADIE	PÉPINIÈRE	JEUNES ARBRES PLANTÉS	STADE VÉGÉTATIF	BOURGEONS FLORAUX ET FLORAISON	GROSSISSEMENT DES FRUITS	MATURITÉ DES FRUITS / RÉCOLTE	POST-RÉCOLTE
<i>Bactrocera dorsalis</i> (mouches orientale des fruits)	0	0	0	0	++	+++	+++
<i>Ceratitis capitata</i> (Mouche méditerranéenne des fruits)	0	0	0	0	++	+++	+++
<i>Ceratitis rosa</i> (Mouche du Natal)	0	0	0	0	++	+++	+++
<i>Ceratitis cosyra</i> (Mouche de la mangue)	0	0	0	0	++	+++	+++
<i>Thaumatotibia leucotreta</i> (Faux carpocapse)	0	0	0	0	++	+++	+
<i>Heliothrips haemorrhoidalis</i> (thrips de thé noir / thrips de serre)	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Selenothrips rubrocinctus</i> (Thrips du cacaoyer)	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Aleurodicus dispersus</i> (Aleurode spiralant)	++	+++	+++	+++	++	++	++
<i>Trialeurodes vaporariorum</i> (Mouche blanche / mouche blanche des serres)	++	+++	+++	+++	++	++	++
<i>Euwallacea perbrevis</i> (scolyte du théier)	0	++	+++	0	0	0	0
<i>Euwallacea fornicates</i> (scolyte polyphage)	0	++	+++	0	0	0	0
<i>Xylosandrus compactus</i> (scolyte)	0	++	+++	0	0	0	0

Légende: 0 = aucun impact; + = impact faible; ++ = impact moyen; +++ = impact important

NUISIBLE OU MALADIE	PÉPINIÈRE	JEUNES ARBRES PLANTÉS	STADE VÉGÉTATIF	BOURGEONS FLORAUX ET FLORAISON	GROSSISSEMENT DES FRUITS	MATURITÉ DES FRUITS / RÉCOLTE	POST-RÉCOLTE
<i>Nezara viridula</i> (Punaise verte puante)	0	0	0	++	+++	+++	++
<i>Hemiberlesia lataniae</i> (cochenille de palmier)	0	++	+++	+++	+++	0	0
<i>Coccus hesperidum</i> (Pou des Hespérides)	++	++	+++	+++	+++	0	0
<i>Polyphagotarsonemus latus</i> (Tarsonème des serres)	++	++	+++	+++	+++	0	0
<i>Pratylenchus vulnus</i> (Anguillule des racines du noyer)	+++	+++	+++	0	0	0	0
Anthraxose ( <i>Colletotrichum gleosporioides</i> )	+	+	++	+++	++	+++	+++
Pourriture du fruit ( <i>Dothiorella</i> )	0	0	0	++	++	+++	+++
Pourriture phytophotoréenne des racines ( <i>Phytophthora cinnamomic</i> )	+++	+++	+++	0	0	0	0
Flétrissure verticillienne de la luzerne ( <i>Verticillium albo-atrum</i> )	+	+++	+++	+++	0	0	0
Cercosporiose ( <i>Pseudocercospora purpurea</i> )	+++	+++	++	+	+++	+++	+++
Pourriture au point d'attache ( <i>Lasiodiplodia theobromae</i> , <i>Neofusicoccum parvum</i> , <i>Nectria pseudotrichia</i> , et <i>Fusarium solani</i> )	+	+	++	++	++	+++	+++
Tavelure de l'avocat ( <i>Sphaceloma perseae</i> )	+	++	++	+++	+++	+++	+++
Chancre bactérien ( <i>Xanthomonas campestris</i> )	+++	+++	+++	0	0	0	0
Sun blotch de l'avocatier (ASBVD)	+++	+++	+++	+++	0	0	0

Légende : 0 = aucun impact ; + = impact faible ; ++ = impact moyen ; +++ = impact important

## 6.2. LUTTE INTÉGRÉE CONTRE LES NUISIBLES

La lutte intégrée contre les nuisibles est une approche stratégique de la protection des cultures qui se concentre sur des méthodes efficaces et réalisables permettant de préserver la qualité et la quantité des produits agricoles tout en minimisant l'impact de l'utilisation des pesticides sur la santé humaine et l'environnement. La lutte intégrée contre les nuisibles s'inscrit dans le concept plus global de production intégrée qui vise la durabilité globale de la production agricole dans les exploitations (Wijnands et 2012). La lutte intégrée contre les nuisibles comprend l'utilisation judicieuse et sage d'intrants chimiques, la régulation de l'environnement naturel et les pratiques culturales, y compris la régulation traditionnelle que les agriculteurs ont mise au point par essais et erreurs, souvent au cours des siècles, et n'est donc pas synonyme d'interdiction de l'utilisation de produits chimiques comme on le définit à tort. La lutte intégrée contre les nuisibles repose sur le principe selon lequel chaque méthode de régulation utilisée influencera le rôle potentiel des autres méthodes, les pesticides et autres produits chimiques étant envisagés comme des tactiques de dernier recours.

Les objectifs ou les priorités d'un programme de lutte intégrée contre les nuisibles varient selon :

- a) les développeurs concernés b) les besoins des cultivateurs et c) les cultures et les nuisibles concernés. Ces objectifs clés sont souvent interdépendants ou intégrés eux-mêmes et comprennent :
- Réduire la dépendance à l'égard des pesticides comme unique moyen de lutte contre les nuisibles ;
- Réduire l'application de pesticides tout en maintenant ou en améliorant le statu quo en matière de lutte contre les nuisibles, c'est-à-dire la santé et la rentabilité des cultures ;
- Accroître les rendements ou réduire les coûts de production ;
- Assurer la lutte contre les nuisibles en perturbant le moins possible l'environnement et en réduisant les risques pour la santé publique ;

Fournir une approche autonome et durable de la gestion des maladies et des nuisibles.

Pour en savoir plus, consultez les [brochures COLEAD](#) sur le sujet.

## 6.3. LES PRINCIPES DE LA LUTTE INTÉGRÉE CONTRE LES NUISIBLES (IPM), CONCEPTION DE STRATÉGIES IPM

Lors de la définition d'une stratégie IPM pour une région, une ferme ou un système de culture spécifique, il convient de suivre les principes suivants. L'ordre des principes suit la stratégie générale de l'IPM.

### 6.3.1. CONSIDÉRATIONS ENVIRONNEMENTALES

La prise en compte des risques environnementaux dans la lutte contre les nuisibles est essentielle pour les approches de gestion durable. De nombreuses interventions avec des pesticides peuvent être remplacées ou soutenues par des alternatives non chimiques et respectueuses de l'environnement. Il est important de prendre en compte la bioaccumulation et la persistance des produits antiparasitaires dans l'environnement ainsi que la contamination des eaux souterraines et de surface. L'effet/l'impact des options de lutte contre les nuisibles sur la biodiversité, qui comprend également les organismes bénéfiques non ciblés, sont également des facteurs clés à prendre en compte lors de l'élaboration de stratégies de lutte intégrée contre les nuisibles. Vu que l'IPM ne signifie pas la non-utilisation de pesticides, mais plutôt leur utilisation judicieuse. Lorsque vous utilisez des pesticides, choisissez ceux qui ont le moins d'effets secondaires et qui interfèrent le moins possible avec les méthodes de lutte préventive et non chimique.

Par conséquent, l'optimisation de leur technique d'application, de leur calendrier et de leur dosage est essentielle pour prévenir ou retarder le développement d'une résistance.

### 6.3.2. RÔLE DE LA SURVEILLANCE ET DU SUIVI DANS L'IPM

Les données de surveillance des organismes nuisibles aux végétaux sont très précieuses car elles sous-tendent de nombreux autres aspects de la biosécurité. Un programme IPM bien mené comprend un suivi régulier des nuisibles, des maladies, des carences en nutriments, des problèmes d'irrigation, de l'assainissement, etc. car tous ces facteurs influencent le développement et la propagation des nuisibles et des pathogènes. Les programmes de surveillance générale sensibilisent les producteurs et l'ensemble de la communauté aux nuisibles et comptent sur les gens pour rechercher et signaler tout élément inhabituel dans leurs activités quotidiennes. La surveillance implique le contrôle régulier d'une culture en vue d'une détection précoce, l'identification correcte des nuisibles ou des maladies ainsi que l'adoption de mesures suffisamment tôt pour éviter les dommages. Une surveillance et un suivi réguliers et cohérents permettent de détecter rapidement les nouveaux nuisibles. En prenant des mesures appropriées, on évite la propagation des nuisibles, ce qui améliore la lutte contre ces derniers. La surveillance peut inclure l'inspection/le contrôle de routine des cultures pour détecter les signes et la présence d'agents pathogènes et de nuisibles. Elle peut également impliquer l'utilisation d'outils de surveillance tels que les pièges à phéromones, les pièges collants, les pièges lumineux,

l'utilisation de modèles pour prévoir les épidémies de maladies et de nuisibles, etc. Le choix des outils de suivi et de surveillance dépend de leur disponibilité, de leur coût, des connaissances nécessaires à leur utilisation, etc.

### 6.3.3. LUTTE CONTRE LES ENNEMIS NATURELS

La conservation et la gestion des ennemis naturels est un élément clé de l'IPM. Dans un environnement naturel, les ennemis naturels tels que les prédateurs, les parasitoïdes et les pathogènes régulent et maintiennent les populations de nuisibles en dessous du seuil de nuisance. Cependant, dans les systèmes de production intensive, cet équilibre est perturbé principalement par la plantation de monocultures, le recours intensif à des pesticides non sélectifs/à large spectre, entre autres activités. Les ennemis naturels complètent les autres stratégies de lutte en maintenant les nuisibles en dessous du seuil de nuisance. Par conséquent, les stratégies IPM efficaces doivent adopter des pratiques qui favorisent et maintiennent les ennemis naturels dans leur environnement naturel. Ces pratiques comprennent, sans s'y limiter, la culture intercalaire (lorsqu'elle est compatible), l'utilisation de produits de protection des plantes spécifiques qui ne nuisent pas à ces ennemis naturels, entre autres.

### 6.3.4. PRATIQUES CULTURALES

Elles constituent un élément important des stratégies IPM. Ces pratiques comprennent la rotation des cultures avec des non-hôtes ou mauvais hôtes, l'utilisation de variétés résistantes lorsqu'elles sont disponibles, la gestion de l'eau et de la nutrition, l'assainissement des champs, les cultures intercalaires, l'utilisation de cultures répulsives, le paillage, les amendements organiques du sol, etc. Ces pratiques améliorent la gestion des nuisibles et des maladies en ralentissant leur déplacement (cultures intercalaires), en créant un environnement défavorable à leur reproduction ou en les affamant (utilisation de mauvais hôtes ou de non-hôtes ou de variétés résistantes), améliorent et renforcent la défense des plantes contre les nuisibles et les maladies (nutrition et gestion de l'eau). L'utilisation de pratiques culturales est non seulement abordable et compatible avec la plupart des systèmes de production, mais elle ne nécessite pas de compétences particulières pour être mise en œuvre. Elles font partie des activités de routine réalisées par les agriculteurs dans la production végétale.

### 6.3.5. UTILISATION RATIONNELLE DES PRODUITS DE PROTECTION DES PLANTES

L'utilisation de produits de protection des plantes (PPP) est l'approche la plus populaire et la plus largement utilisée dans la lutte contre les nuisibles. Les agriculteurs la préfèrent en raison de son contrôle quasi immédiat des nuisibles et des maladies. Toutefois, l'utilisation systématique ou irréfléchie des PPP a entraîné plus de dommages que de bienfaits.

## 6.4. NOTE PRÉLIMINAIRE

Compte tenu de l'évolution des réglementations et des normes phytosanitaires régissant l'utilisation des produits de protection des plantes, y compris les modifications des limites maximales de résidus (LMR) de l'Union européenne (UE) et du Codex Alimentarius, le COLEAD a lancé la base de données E-GAP en 2018 en tant qu'outil de soutien aux filières techniques.

L'E-GAP regroupe les LMR fixées par l'UE et le Codex Alimentarius pour les principales cultures horticoles des pays ACP. Elle comprend également les bonnes pratiques agricoles (dose, intervalle entre les traitements, délais avant récolte, etc.) qui garantissent le respect de ces LMR. Des informations supplémentaires telles que le type de pesticide, le statut d'autorisation de la substance active dans l'UE, la classification recommandée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et le groupe de résistance (code FRAC pour les fongicides ; classification IRAC pour les insecticides) sont également disponibles.

À ce jour, l'E-GAP est l'une des seules bases de données fournissant des informations spécifiquement dédiées au soutien du secteur horticole dans les pays ACP. Les données sur les bonnes pratiques agricoles (GAP) sont le fruit d'une combinaison de sources, notamment les essais sur le terrain des PPP de COLEAD, les données des fabricants de PPP et la littérature scientifique.

L'E-GAP est disponible pour tous les membres et bénéficiaires du COLEAD dans la section e-service du site web du COLEAD : [ici](#).

Veillez noter qu'avant de décider d'utiliser un PPP, les producteurs doivent toujours se référer à leurs réglementations nationales ou régionales et aux spécifications de certification, ainsi qu'aux réglementations du marché de destination.

La protection phytosanitaire doit être raisonnée, c'est-à-dire qu'elle doit être basée sur une bonne connaissance du verger et une observation fine de l'évolution des maladies et des populations de nuisibles.

Les bonnes pratiques pour une utilisation sûre des pesticides sont disponibles dans la bibliothèque électronique du COLEAD : [ici](#).

## 6.5. INSECTES NUISIBLES DE L'AVOCAT

### 6.5.1. MOUCHES DES FRUITS

#### NOM SCIENTIFIQUE

1. *Bactrocera dorsalis* (mouche orientale des fruits)-Nuisible majeur
2. *Ceratitis capitata* (mouche méditerranéenne des fruits)-Nuisible majeur
3. *Ceratitis rosa* (mouche des fruits du Natal)-Nuisible mineur
4. *Ceratitis cosyra* (mouche de la mangue)-Nuisible mineur

#### CYCLE DE VIE ET BIOLOGIE

1. *Bactrocera dorsalis* (mouche orientale des fruits)



Figure 59 — Cycle de vie du *Bactrocera dorsalis* (Crédits image : Adapté de diverse sources)

ÉTAPE	DESCRIPTION
Œuf	Ils mesurent 0,8 mm de long et 0,2 mm de large, le micropyle dépassant légèrement à l'extrémité antérieure, et sont blancs à jaune-blanc. Le chorion est réticulé (nécessite un examen au microscope électronique à balayage).
Larve	<i>B. dorsalis</i> larve de troisième stade : taille moyenne : 7,5–10,0 mm de long et 1,5–2,0 mm de large. Tête : Possède un organe sensoriel stomacal avec trois ou quatre sensilles.
Nymphe	En forme de tonneau, la plupart des caractéristiques larvaires sont méconnaissables, à l'exception des spiracles antérieurs et postérieurs, qui sont peu modifiés par la nymphose. Blanc à jaune-brun. Généralement, environ 60–80 % de la longueur de la larve.
Adulte	<i>B. dorsalis</i> appartient à un sous-groupe qui a des lobes postpronotaux jaunes, des vittae latérales parallèles et des fémurs peu marqués. Au sein de ce groupe, il se distingue par un aculeus/aedeagus court à long ; un tomentum sans espace ; une bande costale étroite ; des marques abdominales généralement étroites, mais parfois étendues.



Figure 60 — *B. dorsalis* adulte

(<https://biology.stackexchange.com/questions/71882/help-me-identify-species-of-fruit-fly>)

2. *Ceratitis capitata* (mouche méditerranéenne des fruits)

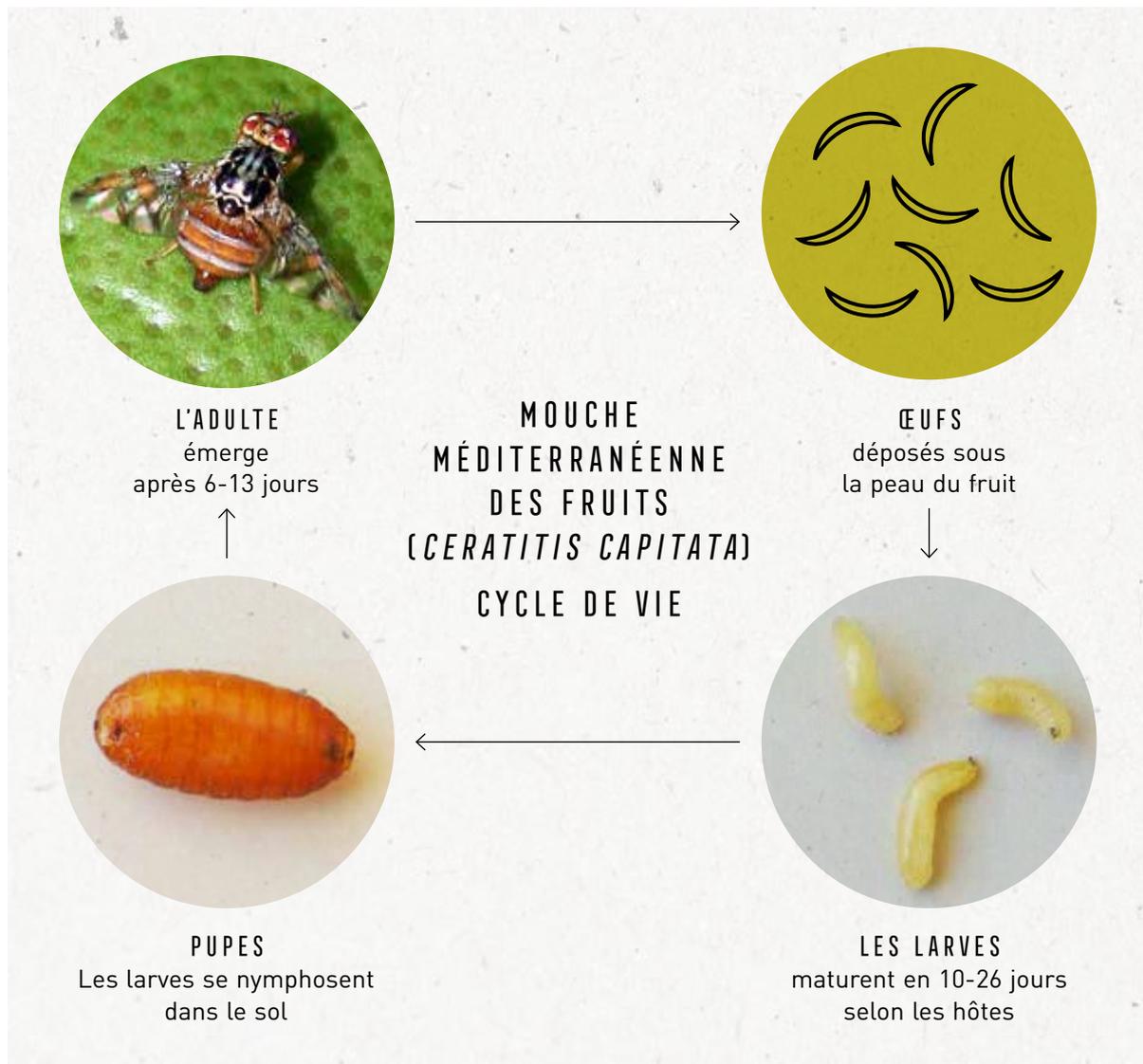


Figure 61 — Cycle de vie de *Ceratitis capitata*  
(Source: Biovision, *Larvae & Pupae*: Daniel Feliciano, *Adult*: Imrich. Wikimedia Commons)

ÉTAPE	DESCRIPTION
Œuf	L'œuf est très mince, courbé, d'une longueur de 1 mm, lisse et d'un blanc brillant. Le région micropylaire est nettement tuberculeuse.
Larve	Les larves sont blanches et ont une forme typique de larve de mouche à fruits, c'est-à-dire une forme d'asticot cylindrique, allongée, une extrémité antérieure rétrécie et quelque peu recourbée ventralement, avec des crochets buccaux antérieurs, et une extrémité caudale aplatie. Le dernier stade a généralement une longueur de 7 à 9 mm, avec huit zones ventrales fusiformes. Les carènes buccales antérieures sont généralement au nombre de neuf à dix. Les spiracles antérieurs sont généralement presque droits sur le bord dorsal de la rangée de tubules. On dénombre généralement neuf ou dix tubules, mais ils peuvent être au nombre de sept à onze.
Nymphe	La nymphe est cylindrique, de 4 à 4,3 mm de long, brun rougeâtre foncé, et ressemble à un grain de blé gonflé.
Adulte	Les adultes sont facilement reconnaissables par leur morphologie externe, en particulier les motifs thoraciques et alaires. Les mâles possèdent une paire de soies orbitales inférieures de forme caractéristique, dont l'apex est noir et en forme de losange.



Figure 62 — Vue dorsale d'une mouche méditerranéenne des fruits adulte mâle, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) Photographie de Scott Bauer, USDA.

### 3. *Ceratitis rosa* (mouche des fruits du Natal)



Figure 63 — Cycle de vie de la mouche des fruits téphritide [*Ceratitis rosa*] (mouche des fruits du Natal)  
<https://infonet-biovision.org/PlantHealth/Pests/Fruit-flies>

ÉTAPE	DESCRIPTION
Œuf	Les œufs sont lisses, blancs, longs et minces.
Larve	Blanche, cylindrique avec l'extrémité antérieure rétrécie dotée de crochets buccaux. Le dernier stade mesure 7-9 mm de long. Dent subapicale présente sur la mandibule.
Nymphe	Aucune description publiée.
Adulte	Longueur de 4 à 5,5 mm. La couleur principale est jaunâtre avec des teintes brunes. Coins inférieurs de la face dotés de soies blanches. Présence de soies ocellaires. Le mâle n'a pas une paire de soies avec des extrémités spatulées élargies près des bords internes des yeux (comme <i>C. capitata</i> ). Thorax jaune crème avec des taches sombres. Arista de l'antenne plumée. Scutellum avec 3 noir/



Figure 64 — *Ceratitit rosa* adulte <https://infonet-biovision.org/PlantHealth/Pests/Fruit-flies>

#### 4. *Ceratitis cosyra* (mouche de la mangue)

Cycle de vie similaire à celui de *Ceratitis capitata*

ÉTAPE	DESCRIPTION
	<i>Ceratitis cosyra</i> diffère de la mouche du Natal, cette dernière étant plus grande, dépourvue de taches noires latéralement (postpronotales) sur le thorax, et la bande costale et la bande transversale discale ne sont pas jointes. De plus, les mâles de <i>Ceratitis cosyra</i> , en tant que membres du sous-genre <i>Ceratalaspis</i> , n'ont pas de soies capitales comme celles présentes dans le sous-genre <i>Ceratitis</i> (par exemple, la mouche de la Méditerranée), et ils n'ont pas de plumes sur le tibia comme dans le sous-genre <i>Pterandrus</i> (par exemple, la mouche du Natal).
Œuf	Aucune description publiée.
Larve	Comme pour les larves de la famille des Tephritidae, la larve de <i>C. cosyra</i> mesure entre 6,5 et 7,0 mm de longueur et a une extrémité arrière plate. Les spiracles postérieurs ont trois fentes allongées qui sont presque parallèles. Le crochet buccal de la larve de troisième stade de <i>C. cosyra</i> possède une petite dent préapicale.
Nymphe	Aucune description publiée.
Adulte	Corps et ailes jaunâtres ; côtés et partie postérieure du thorax nettement annelés de taches noires, dos jaunâtre sauf deux minuscules taches noires au centre et deux taches noires plus grandes près du scutellum ; scutellum avec trois larges bandes noires séparées par d'étroites bandes jaunes ; longueur des ailes 4-6 mm, bande costale et bande transversale discale jointes. Les adultes ont une taille, une coloration et des marques sur les ailes similaires à celles de la mouche de la Méditerranée. Cependant, le thorax de la mouche de la Méditerranée est beaucoup plus noir, et l'apex de son scutellum est noir uni ; la bande costale et la bande transversale discale de l'aile de la mouche de la Méditerranée ne sont pas jointes.



Figure 65 — Vue dorsale de *Ceratitis cosyra* (Source ; R. C. Copeland, icipe)

## LES STADES CONCERNÉS DE LA CULTURE

PÉPINIÈRE	JEUNES ARBRES, PLANTÉS	STADE VÉGÉTATIF	BOURGEONS FLORAUX ET FLORAISON	GROSSISSEMENT DES FRUITS	MATURITÉ DES FRUITS / RÉCOLTE	POST-RÉCOLTE
0	0	0	0	++	+++	+++

## SYMPTÔMES ET DOMMAGES

### FRUIT

Nécrose autour de la perforation (« piqûre »). Il s'ensuit une décomposition du fruit, une alimentation interne, des lésions : noires ou brunes, une chute prématurée.

## IMPACT SUR LE RENDEMENT ET LA QUALITÉ

Les mouches des fruits sont de sérieux nuisibles des fruits et légumes dans toute leur variété et les niveaux de dommages peuvent atteindre jusqu'à 100 % des fruits non protégés.

TYPE D'IMPACT	DESCRIPTION
Impact économique	En raison de leur large distribution, de leur statut de nuisible, de leur capacité d'invasion et de leur impact potentiel sur l'accès au marché, les mouches des fruits sont considérées comme étant une menace majeure pour de nombreux pays, nécessitant des restrictions de quarantaine et des mesures d'éradication coûteuses. Les agriculteurs perdent également des millions de dollars en raison de la perte de marchés locaux et d'exportation, ce qui aggrave les pertes de revenus, l'insécurité alimentaire et nutritionnelle ainsi que la pauvreté. Lorsque des populations élevées sont présentes sur des hôtes préférés, et lorsque celles-ci ne sont pas régulées ou que le complexe d'ennemis naturels efficaces est perturbé, les mouches des fruits peuvent encore réduire les rendements des cultures.
Impact environnemental	Déplacement d'espèces indigènes de mouches des fruits, en particulier lorsque de nouvelles espèces plus agressives et invasives comme <i>B. dorsalis</i> sont introduites dans de nouveaux environnements, entraînant ainsi une perturbation de la biodiversité. En cas de recours à la lutte chimique, il existe un risque pour la santé humaine, l'environnement et les espèces non ciblées.
Impact sur la biodiversité	L'impact environnemental est jugé élevé car l'établissement de mouches des fruits déclencherait probablement le lancement de programmes de lutte chimique et/ou biologique. La lutte chimique nuirait aux insectes indigènes et aux espèces dont la conservation est importante.
Impact social	La santé humaine et le tourisme s'en trouveraient affectés si les plantations traitées aux insecticides sont proches de l'habitat et de sites touristiques.

## ORGANISME DE QUARANTAINE

La mouche orientale des fruits (*Bactrocera dorsalis*) est un organisme de quarantaine A1 dans l'UE selon le règlement (UE) 2016/2031 (« Loi phytosanitaire ») qui a remplacé la directive 2000/29/ CE qui a été abrogée en 2019.

Mouche méditerranéenne des fruits (*Ceratitis capitata*) : Il s'agit d'un organisme A2 (les organismes A2 sont localement présents dans une région ou un pays, mais recommandés pour une réglementation en tant qu'organisme de quarantaine) en Afrique de l'Est, Égypte et Afrique du Sud, Argentine, Bahreïn, Turquie, APPPC, EAEU, OEPP, OIRSA, PPPO. Organisme nuisible A1. Organisme nuisible A1 (absent du pays ou de la région et recommandé pour une réglementation en tant qu'organisme de quarantaine) en : Chine, Kazakhstan, Ouzbékistan, Géorgie, Moldavie, Russie, Ukraine. Organisme de quarantaine (organisme nuisible A d'importance économique potentielle pour la zone ainsi mise en danger et qui n'y est pas encore présent, ou présent mais peu répandu et faisant l'objet d'une lutte officielle) au Mexique, au Belarus et en Nouvelle-Zélande).

Mouches des fruits du Natal (*Ceratitis rosa*) : Largement répandue en Afrique, absente en Océanie, en Europe elle est seulement présente aux Pays-Bas, en Belgique et en Slovénie (CABI, 2021). C'est un organisme nuisible de niveau A1 dans la région OEPP.

Mouche de la mangue (*Ceratitis coysra*) : Largement répandue en Afrique, elle est présente en Europe en Belgique, alors qu'en Océanie, elle n'est présente qu'en Nouvelle-Zélande.

## CONDITIONS FAVORABLES À L'INFESTATION

TYPE	CONDITION FAVORABLE	IMPACT / EXPLICATION
La mouche orientale des fruits ( <i>Bactrocera dorsalis</i> )	Précipitations : 250–2 650 mm/an ; Température : 18–27°C ; Altitude : 1 500–2 000 m asl.	Dans les environnements tropicaux, les mouches orientales des fruits se reproduisent toute l'année. Une mouche femelle peut pondre entre 1 200 et 1 500 œufs au cours de sa vie (1 à 3 mois). La mouche orientale des fruits a été recensée sur 478 sortes de fruits et légumes (USDA 2016).
Mouche méditerranéenne des fruits ( <i>Ceratitis capitata</i> )	Température : Région de la Terre située entre 23,5 degrés Nord et 60 degrés Nord (entre le tropique du Cancer et le cercle polaire arctique) et entre 23,5 degrés Sud et 60 degrés Sud (entre le tropique du Capricorne et le cercle polaire antarctique).	Le nuisible donne naissance à plusieurs générations en un an. En l'absence d'interventions de lutte contre les nuisibles, les pertes de rendement peuvent atteindre 100 %.

TYPE	CONDITION FAVORABLE	IMPACT / EXPLICATION
Mouches des fruits du Natal ( <i>Ceratitis rosa</i> )	Précipitations : 60 mm de précipitations mois le plus sec (en hiver) et < (100 - [précipitations annuelles totales{mm}/25]). Température : Température moyenne chaude > 10°C, Température moyenne froide > 0°C, humide toute l'année, température moyenne du mois le plus chaud > 22°C	Les femelles matures de <i>Ceratitis</i> pondent leurs œufs dans les fruits, généralement au début du mûrissement (cela peut varier en fonction de la mouche ou de l'espèce hôte) ; il existe trois stades larvaires et, en fonction des températures, elles se développent sur une période allant de 6 à 33 jours (températures allant de 14 à 30°C). Plusieurs générations naissent chaque année. <i>C. rosa</i> est une espèce polyphage qui s'attaque à une grande variété de fruits non apparentés, dont plusieurs fruits commerciaux. Il peut causer de graves dommages aux cultures fruitières commerciales, entraînant de lourdes pertes. Cela indique qu'il peut s'agir d'une espèce nuisible grave ayant un impact économique élevé.
Mouche de la mangue ( <i>Ceratitis cosyra</i> )	À une température de 25° C et une humidité relative de 75 %, le cycle de vie adopte le schéma suivant : œufs (2-3 jours), larves (5-15 jours), pupes (8-12 jours), adultes (40-90 jours). Les espèces de <i>Ceratitis</i> sont multivoltines (c'est-à-dire plusieurs générations / an).	Il est un nuisible tout au long de l'année, car il a de nombreux hôtes.

## SURVEILLANCE

Les mâles de *B. dorsalis* sont attirés par le méthyleugénol (4-allyl-1,2-diméthoxybenzène), parfois en très grand nombre. La surveillance est en grande partie assurée par des pièges appâtés au méthyleugénol mâle (voir Systèmes d'alerte précoce) placés dans les zones d'infestation. Il existe toutefois des preuves que certaines mouches des fruits ont des préférences d'hôtes différentes dans différentes parties de leur aire de répartition et des études sur les fruits hôtes devraient également être envisagées dans le cadre du processus de surveillance.

Les mâles de *Ceratitis cosyra*, *C. capitata* et *C. rosa* adultes peuvent être attirés par l'acétate de Terpinyl, mais pas par le Trimedlure ou le méthyleugénol.

La surveillance peut également être effectuée en collectant les fruits tombés et en les incubant pour noter l'émergence de la mouche des fruits en cas d'infestation.

## CONTRÔLE PAR DE BONNES PRATIQUES CULTURALES

ACTION	JUSTIFICATION ET/OU DESCRIPTION	EFFET/IMPACT
<b>CHOIX DE PRÉ-PLANTATION</b>		
Aucun. Le nuisible attaque les fruits matures		
<b>PRÉPARATION DE LA PARCELLE (VERGER)</b>		
Aucune. Le nuisible attaque les fruits matures		
<b>PLANTATION</b>		
Aucune. Le nuisible attaque les fruits matures		
<b>GESTION DU VERGER</b>		
Taille	Les petites récoltes sont plus faciles à gérer. Aide à éliminer les sources potentielles d'infestation de mouches des fruits provenant de fruits non récoltés laissés en hauteur sur les branches des arbres. Les arbres fruitiers de plus petite taille vous donnent la possibilité de planter davantage de variétés différentes.	Permet une gestion facile et une utilisation efficace des ressources.
Assainissement des champs	L'assainissement des champs est une technique qui empêche les larves de mouches des fruits de se développer ou qui séquestre les jeunes mouches adultes émergentes afin qu'elles ne puissent pas revenir dans la culture pour se reproduire.	Rompres le cycle de la mouche à fruits en éliminant les larves et les nymphes.
<b>RÉCOLTE ET MANUTENTION POST-RÉCOLTE</b>		
Tri et calibrage	Trier pour éliminer les fruits infestés et s'en débarrasser de manière appropriée, par ex. en les mettant dans l'Augmentorium pour permettre aux parasitoïdes de s'échapper alors que les larves sont tuées.	Réduction de la population de mouches des fruits.
Traitement post-récolte	Conservez les fruits récoltés dans un endroit frais ou dans une chambre froide. Le traitement de quarantaine par le froid recommandé (stockage à 1,1°C pendant 14 jours) pendant 5 jours (Sivankalyani <i>et al.</i> 2015). Traitement à l'eau chaude - recommandé - 46°C pendant 20 min (Vieira <i>et al.</i> 2010).	Cette méthode tue la mouche des fruits et réduit donc les dommages puisqu'elles ne se nourrissent pas après l'éclosion.

## LUTTE BIOLOGIQUE

### — Par conservation des ennemis naturels

Cette approche implique le recours à des méthodes de lutte qui ne tuent pas les ennemis naturels de la mouche des fruits ou ne leur nuisent pas, par exemple l'utilisation de pesticides spécifiques plutôt que de pesticides à large spectre, l'utilisation de biopesticides à base de champignons entomopathogènes tels que *Metarhizium* et *Beauveria*, ainsi que de nématodes tels que *Heterorhabditis amazonensis* et *Steinernema carpocapsae*. Utilisation de produits botaniques et de biopesticides qui ne tuent pas les ennemis naturels. Cela permet la multiplication naturelle des ennemis naturels comme les parasitoïdes et les prédateurs qui attaquent et tuent la mouche des fruits. Les parasitoïdes connus pour lutter contre *Bactrocera spp* comprennent : *Biosteres arisanus/Opius oophilus*, *Fopius arisanus*. Le parasitoïde *Fopius arisanus* (Sonan) est un parasitoïde clé des mouches des fruits. Il s'agit d'un parasitoïde des œufs et il possède une large gamme d'hôtes potentiels des mouches des fruits. Il a été utilisé avec succès dans la lutte biologique contre les mouches des fruits dans de nombreuses régions tropicales.

Les ennemis naturels introduits n'ont pas réussi à contrôler les espèces de *Ceratitis*. Un augmentorium peut être mis en place par les agriculteurs pour permettre le développement des parasitoïdes.



Figure 66 — Augmentorium (à gauche) et parasitoïdes émergeant des fruits de mangue infestés (à droite) (Biovision)

### — Par lâcher d'ennemis naturels

Il s'agit d'élever en masse des ennemis naturels comme les parasites en laboratoire et de les introduire ou de les relâcher dans le champ. Le succès de cette stratégie dépend de la réussite de l'établissement des ennemis naturels relâchés. Il est dès lors nécessaire d'utiliser les pesticides avec précaution. L'utilisation de pesticides spécifiques plutôt que de pesticides à large spectre avant et après le lâcher/l'introduction des ennemis naturels est nécessaire.

### — Technique d'annihilation/suppression des mâles

Piéger les mouches à l'aide de pièges à phéromones commerciaux - Méthyleuginol (Bactrolure liquide) *B. dorsalis* et acétate de Terpinyl pour les espèces *Ceratitis* à raison de 20 pièges par acre.

## CONTRÔLE PAR DES PRODUITS DE PROTECTION DES PLANTES

---

- Le malathion est un poison nerveux à large spectre qui est incorporé dans des pièges/appâts à base de phéromones ou dans des appâts alimentaires (protéines) utilisés dans des applications ponctuelles pour gérer les populations de mouches des fruits.
- Traitez ponctuellement les arbres affectés avec des appâts empoisonnés à base de mélasse et de deltaméthrine
- Utilisez un extrait de pyréthrine
- Vaporisez des extraits de neem
- Pulvérisation des arbres avec du Spinosad

## CALENDRIER DES APPLICATIONS

Commencez les applications peu après la floraison.

## MOMENT DE LA JOURNÉE POUR LES APPLICATIONS

Les pesticides doivent être appliqués tôt le matin ou tard le soir. Il convient d'observer la direction du vent lors de la pulvérisation afin de réduire le risque d'inhalation. Le port de vêtements de protection pendant la pulvérisation est obligatoire.

## MODE D'APPLICATION

- Pulvérisation foliaire
- L'arrosage autour des avocatriers pour tuer les larves émergentes et/ou les adultes dans le sol et la litière.

Les doses d'application dépendront des recommandations du fabricant, de l'étalonnage du matériel et de la réglementation du marché de destination (LMR, etc.)

## GESTION DES RÉSISTANCES

Opérez une rotation de pesticides ayant des modes d'action différents pour éviter le développement de résistances.

## AUTRES MÉTHODES DE LUTTE

---

Ensachage des fruits : L'une des techniques de lutte les plus efficaces contre les mouches des fruits en général consiste à emballer les fruits, soit dans du papier journal, soit dans un sac en papier, soit dans un manchon en polyéthylène dans le cas de fruits longs ou minces. Il s'agit d'une simple barrière physique contre la ponte, mais elle doit être appliquée avant le stade où le fruit est attaqué.



Figure 67 — Fruits mis en filet pour les protéger des mouches des fruits

- Le ratissage peut également être effectué pour exposer les pupes à la lumière du soleil et aux prédateurs.

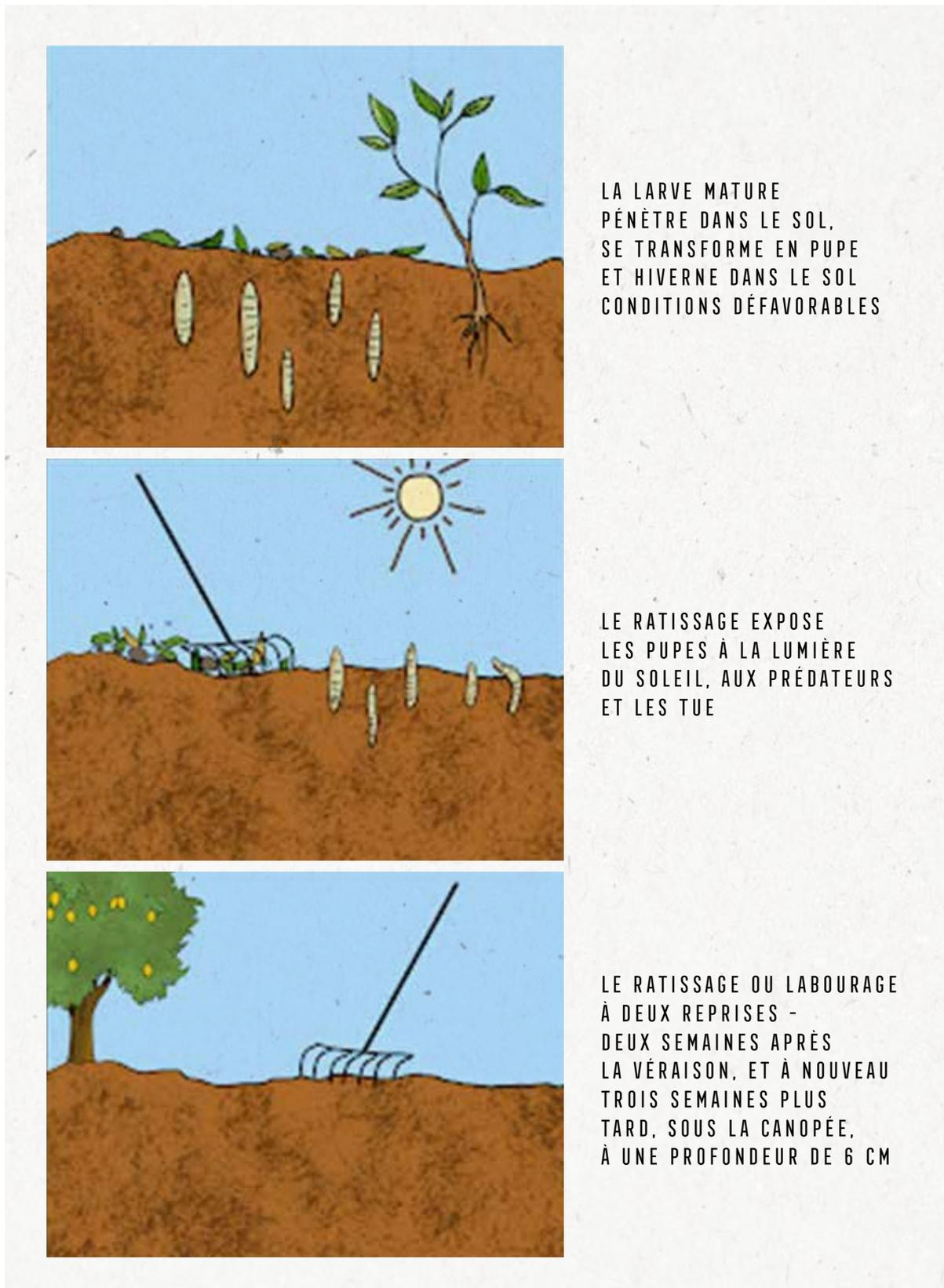


Figure 68 — Contrôle culturel de la mouche des fruits (Source : Biovision)

- Les fruits infestés collectés peuvent être détruits en les plaçant dans des sacs en plastique noir fermés et en les exposant à la chaleur du soleil pendant quelques jours jusqu'à ce que les fruits soient pourris et que tous les asticots dans les sacs soient morts.
- **Enfouissement** : Les fruits infestés collectés peuvent être détruits par enfouissement. Assurez-vous que les fruits sont enfouis à une profondeur d'au moins 50 cm (environ deux pieds) pour empêcher les mouches adultes émergentes d'atteindre la surface du sol.
- **Incinération** : Les fruits infestés collectés peuvent être détruits par incinération.
- **Utilisation de fruits infestés comme aliments pour animaux** : Les fruits infestés collectés peuvent être donnés comme nourriture aux animaux (porcs, vaches, etc.). Ne laissez pas les fruits empilés pendant plus d'un jour.

## CONTRÔLE RÉGLEMENTAIRE

---

Le contrôle réglementaire consiste à interdire l'importation de fruits sensibles sans qu'un traitement post-récolte strict ait été appliqué par l'exportateur. Il peut s'agir de fumigation, de traitement thermique (vapeur chaude ou eau chaude), de traitements par le froid, de trempage insecticide ou d'irradiation.

Remarque : N'utilisez que des méthodes et des substances de traitement post-récolte approuvées sur le marché de destination.

## 6.5.2. FAUX CARPOCAPSE

### NOM SCIENTIFIQUE

*Thaumatotibia leucotreta* (Meyrick) (Lep., Tortricidae) (Faux carpocapse (FCM))  
C'est un nuisible majeur de l'avocat.

### CYCLE DE VIE ET BIOLOGIE

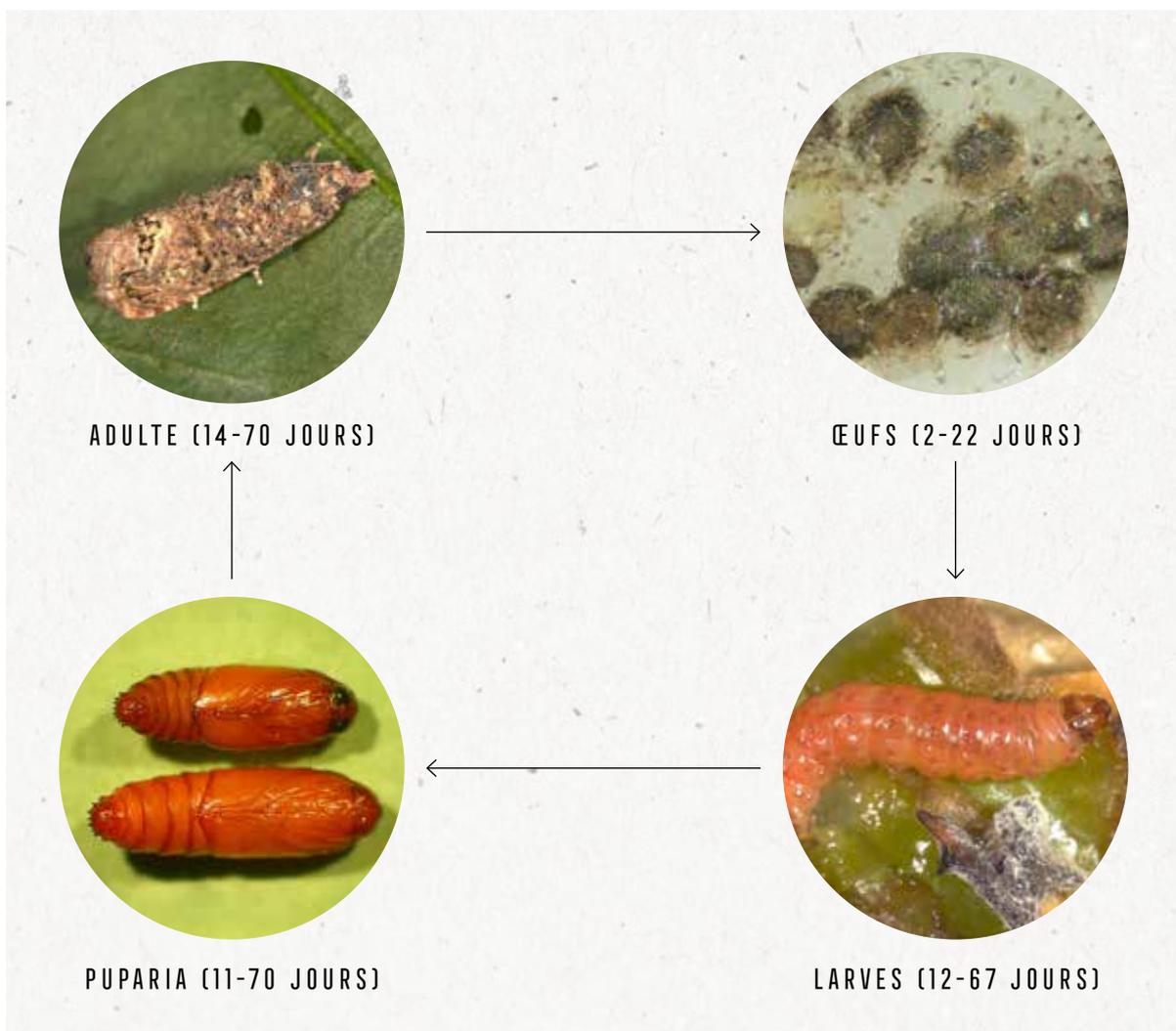


Figure 69 — Cycle de vie du faux carpocapse (Syngenta)

ÉTAPE	DESCRIPTION
Œuf	Ils sont aplatis, ovales, d'un diamètre de 0,9 mm. Les œufs peuvent être difficiles à distinguer, car ils sont petits, aplatis et initialement opaques. Cependant, au fur et à mesure de leur développement, ils deviennent roses et finalement de couleur foncée, ce qui les rend plus visibles. Les œufs se trouvent à la surface des avocats.
Larve	Jeune, blanc crème avec une capsule de tête brune à noire. La larve adulte mesure 15-20 mm de long, elle est rouge vif ou rose, la plaque prothoracique de la tête et les pinacles sont jaune-brun. Peut être différenciée de certaines autres espèces étroitement apparentées par la présence d'un peigne anal ; d'un pinacle du groupe L élargi, mais non sclérotisé, sur le premier segment thoracique, s'étendant sous le spiracle ; et ce dernier avec 3 soies.
Pupe	Contenue dans un cocon soyeux et résistant parmi les débris ou dans la couche supérieure du sol.
Adulte	Fortement dimorphique : L'envergure des ailes du mâle est de 15-16 mm, celle de la femelle de 19-20 mm. Chez les deux sexes, le motif de l'aile antérieure consiste en un mélange de marques grises, brunes, noires et orange-brun, la plus visible étant une marque triangulaire dans la partie externe de l'aile, contre le bord postérieur, et une marque en forme de croissant au-dessus. Le mâle se distingue de toutes les autres espèces par son aile postérieure spécialisée, qui est légèrement réduite et présente une poche circulaire d'écailles noires ressemblant à de fins poils, recouverte de larges écailles blanchâtres faiblement brillantes dans l'angle anal. Il possède également un tibia postérieur très touffu.

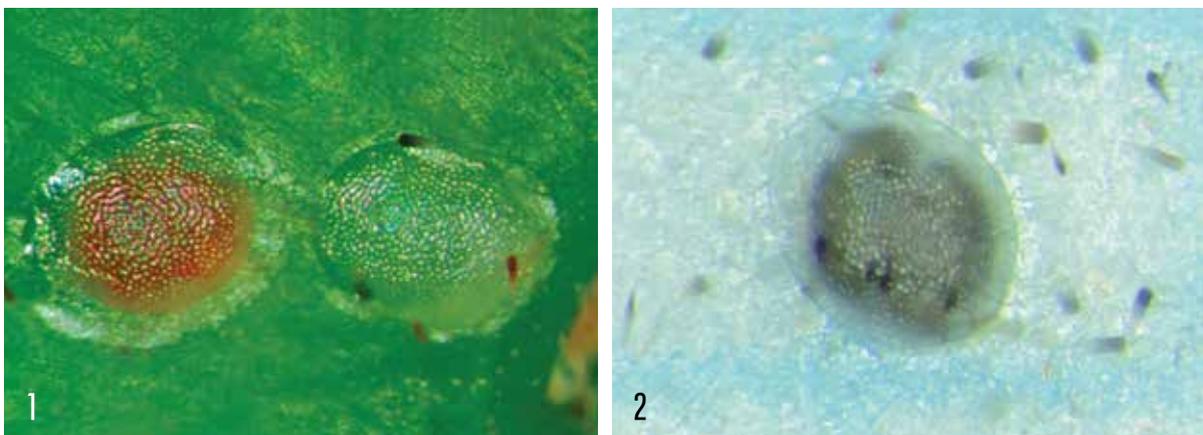


Figure 70 — Œufs de FCM sur un avocat ([zookeys.pensoft.net](http://zookeys.pensoft.net))

## LES STADES CONCERNÉS DE LA CULTURE

PÉPINIÈRE	JEUNES ARBRES, PLANTÉS	STADE VÉGÉTATIF	BOURGEONS FLORAUX ET FLORAISON	GROSSISSEMENT DES FRUITS	MATURITÉ DES FRUITS / RÉCOLTE	POST-RÉCOLTE
0	0	0	0	++	+++	+

## SYMPTÔMES ET DOMMAGES

- Les trous de pénétration larvaire dans les fruits ne peuvent être découverts que par une inspection approfondie
- Les larves s'enfoncent dans le fruit à l'extrémité de la tige et causent des dommages en se nourrissant de l'intérieur du fruit.
- Les fruits endommagés sont exposés à des infections secondaires par des pathogènes fongiques et bactériens.
- Le FCM se nourrit par l'intérieur, ce qui explique que peu de symptômes soient visibles en surface
- Des taches brunes sur les fruits et des excréments brun foncé sont des signes visibles d'infestation.
- Lorsque les larves quittent le fruit pour se nymphoser, la peau autour du point d'infestation prend une teinte brun-jaune à mesure que les tissus se décomposent et s'affaissent.
- Les trous de sortie ont un diamètre d'environ 1 millimètre.
- Les fruits infestés peuvent également développer des taches et des moisissures.
- Un mûrissement prématuré et une chute des fruits peuvent également se produire en cas d'infestation.
- Un fruit infesté tombe généralement de l'arbre 3 à 5 semaines après la pénétration des larves.
- La pénétration des larves est superficielle et les larves se trouvent principalement dans la zone située juste sous la peau.
- Les trous d'entrée des larves sur les fruits peuvent être identifiés par l'exsudat blanc et les excréments granuleux.



Figure 71 — Lésion du FCM sur un avocat et larves de FCM sur un avocat  
 Source : <https://litchisa.co.za/docs/false-codling-moth/>

## IMPACT SUR LE RENDEMENT ET LA QUALITÉ

TYPE D'IMPACT	DESCRIPTION
Impact économique	Ce nuisible est répertorié comme nuisible mineur de l'avocatier, mais il peut potentiellement causer de sérieux dommages non seulement à l'avocatier, mais aussi à d'autres hôtes comme les agrumes, le maïs, le coton et le macadamia. Son impact est susceptible d'être amplifié lorsqu'il est cultivé à proximité de ces cultures. Les dommages enregistrés varient entre 1,3 et 4% (Dennill et Erasmus, 1991).
Impact environnemental	En cas de recours à la lutte chimique, il existe un risque pour la santé humaine, l'environnement et les espèces non ciblées.
Impact sur la biodiversité	La lutte chimique nuit aux insectes indigènes et aux espèces dont la conservation est importante.
Impact social	La santé humaine et le tourisme s'en trouveraient affectés si les plantations traitées aux insecticides sont proches de l'habitat et de sites touristiques.

## ORGANISME DE QUARANTAINE

Le faux carpocapse (*Thaumatotibia leucotreta*) est un organisme A2 recommandé pour une réglementation en tant qu'organisme de quarantaine dans l'UE selon le règlement (UE) 2016/2031 (« Loi phytosanitaire ») qui a remplacé la directive 2000/29/ CE qui a été abrogée en 2019.

Le faux carpocapse *T. leucotreta* est endémique de l'Afrique sub-saharienne, mais a également été signalé dans d'autres parties du monde, y compris en Israël.

## CONDITIONS FAVORABLES À L'INFESTATION

TYPE	CONDITION FAVORABLE	IMPACT / EXPLICATION
Température	12–40°C	L'estimation du temps de génération est de 450 degrés-jours. La température influence ainsi le nombre de générations en un an. 2–10 générations sont possibles en un an. À une température optimale de 25°C, les femelles peuvent pondre trois à huit œufs par fruit (noix, gousses, graines, têtes de céréales et baies) et jusqu'à 800 au cours de leur vie. Si les femelles sont nombreuses, de nombreux œufs peuvent s'accumuler dans le fruit. Cependant, seuls quelques-uns peuvent survivre en raison du manque de nourriture et du cannibalisme. Les œufs sont extrêmement sensibles aux températures froides et aux périodes prolongées de faible humidité. Des températures inférieures au point de congélation durant une période de 2 à 3 jours peuvent tuer les œufs (Blomefield 1978 ; Daiber 1979).
Précipitations	Conditions de précipitations tropicales	De fortes pluies réduisent les infestations graves. Les larves et les pupes sont détruites par les fortes pluies.
Humidité relative (HR)	Optimale 80 %	Une faible humidité relative n'est pas favorable au développement des œufs.

## SURVEILLANCE

Utilisez des pièges appâtés aux phéromones et/ou une inspection visuelle et/ou un échantillonnage du sol pour capturer des spécimens. Installez des pièges, inspectez les plantes, les fruits tombés, etc. ou prélevez des échantillons de sol aux endroits suspects. Les pièges doivent être placés sur des branches suffisamment hautes et hors de portée des enfants. Ils doivent également être placés dans des endroits abrités.

Le comptage des papillons de nuit peut être utile pour surveiller les fluctuations de la population et pour effectuer des comparaisons saisonnières. À des fins de surveillance, il est recommandé d'utiliser 4 pièges par acre.

Les captures de pièges peuvent être utilisées comme une aide à la décision de la nécessité ou non d'une intervention et pour établir des priorités dans les vergers. La surveillance peut également aider à déterminer le moment des applications de traitement. Une combinaison de piège et d'appât est couramment utilisée pour la surveillance de ce nuisible. Par ex., acétate de E-8-dodécène-1-yl + acétate de Z-8-dodécène-1-yl + E-8-dodécène-1-ol.



Figure 72 — Piège aux phéromones utilisé pour la surveillance du FCM dans un verger d’avocatsiers  
(Source : Farmtrack consulting ltd)

Le piégeage des FCM est une méthode indirecte de surveillance et de nombreux facteurs influencent le piégeage des papillons de nuit. Par conséquent, il n’existe pas toujours une corrélation étroite entre les captures des pièges et l’infestation des fruits. Les données de piégeage doivent dès lors être interprétées avec les données d’inspection des fruits. Le piégeage reste le moyen le plus pratique de prévoir le risque d’infestation des fruits.

#### CONTRÔLE PAR DE BONNES PRATIQUES CULTURALES

ACTION	JUSTIFICATION ET/OU DESCRIPTION	EFFET/IMPACT
<b>CHOIX DE PRÉ-PLANTATION</b>		
Aucune. Le nuisible attaque les fruits matures		
<b>PRÉPARATION DE LA PARCELLE (VERGER)</b>		
Aucune. Le nuisible attaque les fruits matures		
<b>PLANTATION</b>		
Aucune. Le nuisible attaque les fruits matures		

ACTION	JUSTIFICATION ET/OU DESCRIPTION	EFFET/IMPACT
<b>GESTION DU VERGER</b>		
Assainissement	Bien que l'avocat ne soit pas un bon hôte pour le développement du FCM, il peut se développer dans les fruits mous. Si l'on trouve un nombre élevé de FCM dans des vergers, l'assainissement contribuera à la suppression de la population. Il est important d'enlever tous les fruits tombés dans les vergers.	Si l'on trouve un nombre élevé de FCM dans des vergers, l'assainissement contribuera à la suppression de la population. Le but de l'assainissement est d'éliminer les larves de FCM qui peuvent se trouver dans ces fruits. Après la collecte, les fruits tombés doivent être détruits. L'assainissement hebdomadaire des vergers peut réduire de 75% l'infestation des fruits par les larves du FCM. L'assainissement des vergers est considéré comme l'épine dorsale d'une lutte efficace contre le FCM.
<b>RÉCOLTE ET MANUTENTION POST-RÉCOLTE</b>		
Tri, calibrage et stockage	Le tri et le calibrage éliminent les fruits infestés ou endommagés. Les fruits endommagés par le FCM sont sensibles aux pathogènes qui provoquent et accélèrent la pourriture.	Améliorer la qualité et les possibilités de commercialisation des fruits. Accroît la transparence du commerce.
Traitement post-récolte	Les avocats peuvent être conservés à des températures de 5°C - 7°C et à une humidité relative de 85% - 95% pendant trois à quatre semaines.	Les œufs, les larves et les pupes du FCM sont sensibles à l'exposition aux basses températures (Myburgh, 1965).

## LUTTE BIOLOGIQUE

### — Par conservation des ennemis naturels

Utilisation de « produits chimiques doux » qui ne tuent pas les ennemis naturels du FCM. Des biopesticides et des produits botaniques peuvent également être utilisés le cas échéant.

*Bacillus thuringiensis* (B.t.): produit des toxines qui sont mortelles pour les chenilles mais n'ont aucun effet sur les ennemis naturels. Il est disponible sous diverses formulations, notamment sous forme de granulés secs fluides, de suspension émulsifiante et de poudre mouillable. Il peut être appliqué en pulvérisation de couverture à tout moment de la saison en cas d'infestation (s'assurer que le B.t. est autorisé dans votre région avant de l'utiliser).

## — Par lâcher d'ennemis naturels

Le lâcher massif du parasitoïde *Trichogrammoidea cryptophlebiae* s'est avéré efficace dans la gestion du FCM. *Trichogrammatoidea cryptophlebiae* (Nagaraja), *Agathis bishopi* (Nixon), et *Apophua leucotreta* (Wilkinson) sont les parasitoïdes des larves et des œufs les plus efficaces sur le FCM. Les parasitoïdes sont actuellement disponibles dans le commerce pour l'augmentation et il a été démontré qu'ils réduisaient l'infestation de *T. leucotreta* jusqu'à 60%.

## UTILISATION DE PRÉDATEURS

---

Les prédateurs connus pour se nourrir des pupes de FCM sont *Anoplolepis custodiens* (Smit) et *Pheidole megacephala* (Fabricius). Les agriculteurs devraient adopter des pratiques qui favorisent ces prédateurs plutôt que de les tuer, par exemple en utilisant des produits chimiques doux.

## PERTURBATION DE L'ACCOUPEMENT

---

La perturbation de l'accouplement est une technique de gestion des nuisibles conçue pour contrôler certains insectes en introduisant des stimulus artificiels qui désorientent les mâles, perturbent les jeux de séduction, empêchent l'accouplement et bloquent ainsi le cycle de reproduction. La perturbation de l'accouplement doit être initiée tôt dans la saison alors que les niveaux de FCM sont encore bas. De grandes surfaces doivent être traitées afin de minimiser l'effet de bordure des papillons de nuit femelles accouplées qui se déplacent dans les zones traitées depuis l'extérieur et pondent des œufs viables sur les fruits. La perturbation de l'accouplement fonctionne en piégeant les mâles à l'aide de phéromones femelles commerciales. Cela réduit le ratio mâle/femelle et accroît la probabilité que les femelles pondent des œufs non fécondés. Cela permet de réduire la population de FCM. Quatre produits de perturbation de l'accouplement sont homologués pour une utilisation sur l'avocat.

## CONTRÔLE PAR DES PRODUITS DE PROTECTION DES PLANTES

---

Bien que plusieurs produits de protection des plantes soient homologués pour la gestion du FCM, il est difficile d'obtenir un contrôle complet, car le stade larvaire le plus destructeur du ravageur réside à l'intérieur des fruits et est entièrement couvert. Une résistance aux insecticides de *T. leucotreta* a été signalée pour les anciennes options de lutte chimique (Hofmeyr et Pringle, 1998). Moore *et al.* (2015a) ont montré que les produits chimiques homologués plus récemment, tels que le méthoxyfénoside (un agoniste des récepteurs de l'ecdysone qui affecte la signalisation de l'ecdystéroïde chez les insectes cibles, perturbant ainsi le processus de mue en déclenchant une mue prématurée) et le spinetoram (dont le mode d'action est neurotoxique), sont également efficaces pour lutter contre l'infestation de *T. leucotreta*.

Les produits chimiques doivent également être utilisés avec parcimonie afin de préserver les populations d'ennemis naturels.

## Les ingrédients actifs qui pourraient être utilisés contre le FCM :

### — Acétamipride

Mode d'action : un insecticide systémique qui a une action de contact et de poison gastrique. Application : appliquer en pulvérisation foliaire à la floraison et à la nouaison.

### — Acétamipride + lambda-cyhalothrine

Mode d'action : cette combinaison consiste en un insecticide systémique et non systémique qui a une action de contact et de poison gastrique.

Application : appliquer en pulvérisation foliaire.

### — Azadirachtine (extrait de neem)

Mode d'action : l'extrait d'huile de neem agit en amenant les insectes à réduire leur nourriture ou à cesser de se nourrir, en empêchant la maturation des larves, en réduisant ou en interrompant le comportement d'accouplement et, dans certains cas, l'huile recouvre les trous de respiration des insectes et les tue.

Application : appliquer l'extrait d'huile de neem au premier signe d'insectes. Ce produit est le plus efficace pour lutter contre les insectes lorsqu'il est appliqué selon un calendrier de 7 à 14 jours (vérifier les informations sur l'étiquette). En cas de fortes populations d'insectes, appliquer selon un calendrier de 7 jours. Pulvérisation jusqu'au ruissellement. Une couverture complète de tous les tissus végétaux est nécessaire pour le contrôle.

### — Chlorantraniliprole

Mode d'action : il a une action à la fois sur l'estomac et par contact.

Application : appliquer en pulvérisation foliaire pour une couverture totale. Veillez à bien couvrir le feuillage et les fruits en développement.

### — Cyperméthrine

Mode d'action : il s'agit d'un insecticide non systémique qui a une action à la fois sur l'estomac et par contact. Modulateur du canal sodique.

Application : Pulvérisation foliaire

### — Deltaméthrine

Mode d'action : insecticide à large spectre qui agit par contact et par ingestion, entraînant une paralysie de l'insecte.

Application : application : appliquer au premier signe d'infestation en pulvérisation foliaire et répéter si nécessaire. Il peut s'avérer nécessaire de répéter les applications pour lutter contre les réinfestations, car le contrôle résiduel est limité.

#### — Benzoate d'émamectine

Mode d'action : insecticide non systémique qui pénètre dans le tissu foliaire (translaminaire) et agit par ingestion pour provoquer la paralysie des insectes.

Application : appliquer en pulvérisation foliaire. Veillez à bien couvrir le feuillage et les fruits en développement.

#### — Lambda-cyhalothrine

Mode d'action : il s'agit d'un insecticide non systémique qui a une action à la fois sur l'estomac et par contact. Application : appliquer en pulvérisation foliaire.

#### — Malathion

Mode d'action : un insecticide non systémique à large spectre qui combine une action de contact, gastrique et respiratoire.

Application : appliquer en pulvérisation de couverture à l'apparition de nuisibles.

#### — Maltodextrine

Mode d'action : le mode d'action est purement physique, la substance enrobe le nuisible cible et sèche sur celui-ci, bloquant les spiracles et entraînant la mort par suffocation. À également des propriétés de piégeage.

Application : Pulvérisation foliaire

#### — Méthoxyfénozide

Mode d'action : un régulateur de croissance des insectes qui perturbe le processus de mue. Il est le plus efficace lorsqu'il est ingéré par la chenille cible, mais il possède également certaines propriétés topiques et ovicides.

Application : Appliquez-le à 8 et 4 semaines avant la récolte ou lorsque des infestations sont prévues. Ne pas appliquer plus de trois (3) fois par saison sur un bloc d'avocats.

#### — Spinosad

Mode d'action : il agit par ingestion et contact, et provoque une paralysie chez les insectes.

Application : surveillez attentivement les cultures pour détecter les œufs et les stades immatures des espèces nuisibles par un dépistage régulier sur le terrain. Cibler les pulvérisations sur les œufs matures et les larves nouvellement écloses lorsque leur nombre dépasse le seuil de pulvérisation. Les taux varient en fonction du produit, du stade de la culture, de l'étalonnage de l'équipement et d'autres paramètres tels que la température.

## — Tébufénozide

Mode d'action : un régulateur de croissance des insectes qui perturbe le processus de mue (accélérateur de mue).

Application : commencez la surveillance dès la préfloraison et appliquez dès le premier signe d'incidence du nuisible. Des applications supplémentaires peuvent être nécessaires en cas de réinfestation. Il n'y a pas de limite au nombre de traitements par saison.

**Remarque :** opérez une rotation de matières actives ayant des modes d'action différents pour éviter le développement de résistances.

## VIRUS

---

Le *Cryptophlebia leucotreta* granulovirus (CrleGV) contre le FCM agit en produisant des toxines une fois ingérées par les larves du FCM. Le succès de l'utilisation du virus dépend de l'application correcte du granulovirus, du moment de son application contre le stade de vie de l'hôte sensible, du moment correct de la journée pour assurer une persistance optimale, en raison de sa sensibilité aux ultraviolets (UV), de la fourniture d'une couverture adéquate et de l'ajout d'adjuvants appropriés. Il est formulé sous forme de suspension concentrée. Le dosage standard est de 200-330 ml/ha (en fonction du stade de la culture et du calibrage de l'équipement). L'ajout de sucre ou de mélasse renforce son efficacité. Appliqué en pulvérisation à 10 ml par 100 litres d'eau avec 0,25% de mélasse et un mouilleur, comme pulvérisation d'un film de couverture complète.

## CHAMPIGNONS ENTOMOPATHOGÈNES (EPF)

---

Les champignons entomopathogènes *Beauveria bassiana* et *Metarhizium anisopliae* permettent de réduire de plus de 80% l'infestation de FCM en une seule application. Cependant, leur succès dépend des conditions environnementales dominantes comme l'humidité, la température et la lumière du soleil. Il existe un certain nombre de produits commerciaux basés sur l'EPF que les agriculteurs peuvent utiliser.

## CONTRÔLE RÉGLEMENTAIRE

---

Il s'agit d'une approche systémique qui comprend des contrôles et des mesures avant la récolte, des procédures d'échantillonnage, d'inspection et de conditionnement après la récolte, des procédures d'échantillonnage et d'inspection après le conditionnement et des conditions d'expédition. Il a été démontré que la proportion maximale potentielle de fruits susceptibles d'être infestés par *T. leucotreta* vivant après l'application de l'approche systémique n'est pas supérieure à la proportion de fruits susceptibles d'être infestés après l'application d'un traitement de désinfestation post-récolte d'efficacité Probit sur des fruits présentant une infestation de 2% avant traitement.

### 6.5.3. THRIPS

#### NOM SCIENTIFIQUE

*Heliethrips haemorrhoidalis* (thrips de thé noir / thrips de serre) - Nuisible majeur

*Selenothrips rubrocinctus* (thrips du cacaoyer) - Nuisible mineur

#### CYCLE DE VIE ET BIOLOGIE

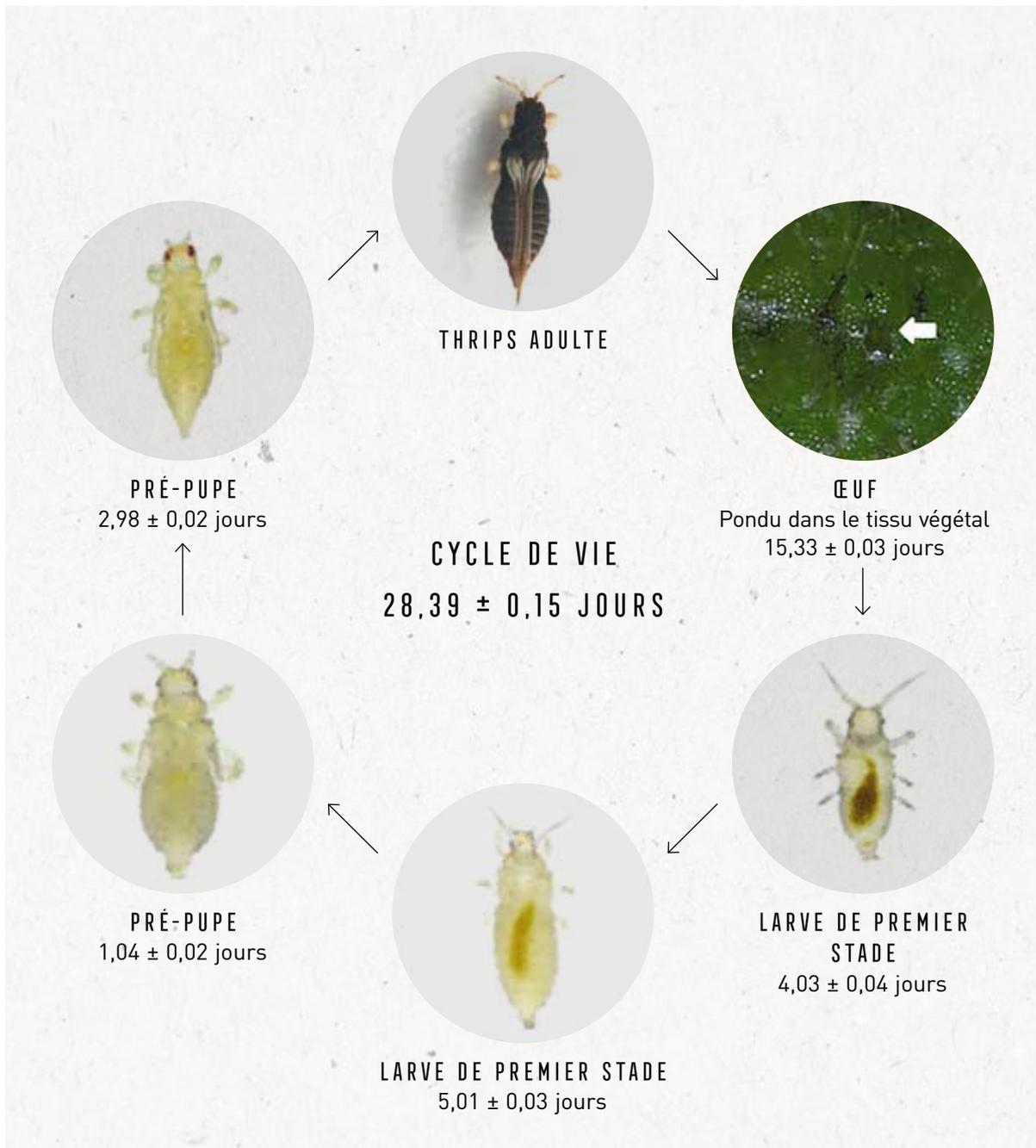


Figure 73 — Cycle de vie de *Heliethrips haemorrhoidalis*  
(Source: de Souza et al., 2021 <https://doi.org/10.1007/s12600-021-00943-7>)

## 1. *Heliothrips haemorrhoidalis* (thrips de thé noir / thrips de serre)

ÉTAPE	DESCRIPTION
Œuf	Pas d'informations
Larve	Les larves de deuxième stade adultes mesurent environ 1,1 mm de long. Le corps est jaune, les neuvième et dixième segments abdominaux sont bruns. Les antennes, à l'exception du premier segment, sont gris pâle ; le segment terminal est long, effilé et en forme d'aiguille. Le ptérothorax et l'abdomen présentent de nombreuses plaques fines et longitudinales. Les soies dorsales du corps sont de taille réduite ; trois paires de soies anales sont courtes, approximativement de la même longueur que le dixième segment abdominal.
Pupe	Pas d'informations.
Adulte	Le corps est brun foncé, avec l'apex de l'abdomen plus pâle, et mesure 1,4-1,7 mm de long chez la femelle et 1,1-1,2 mm chez le mâle. Les pattes sont entièrement blanches ou jaunes. Les individus généraux ont l'abdomen orange.



Figure 74 — Larves de *Heliothrips haemorrhoidalis* (thrips de thé noir / thrips de serre)  
(<https://www.nexles.com/articles/greenhouse-thrips-heliothrips-haemorrhoidalis/>)



Figure 75 — Adulte *Heliothrips haemorrhoidalis* (thrips de thé noir / thrips de serre)  
(<https://www.nexles.com/articles/greenhouse-thrips-heliothrips-haemorrhoidalis/>)

## 2. *Selenothrips rubrocinctus* (thrips du cacaoyer)

ÉTAPE	DESCRIPTION
Œuf	Pas d'informations
Nymphes et pupes	La femelle mesure environ 1,2 mm de long et a un corps brun foncé à noir, recouvert d'un pigment rouge principalement dans les trois premiers segments abdominaux; les segments anaux conservent une couleur noir rougeâtre, et les ailes sont foncées. Le mâle est similaire, mais plus petit et est rarement collecté.
Adulte	La femelle mesure environ 1,2 mm de long et a un corps brun foncé à noir, recouvert d'un pigment rouge principalement dans les trois premiers segments abdominaux; les segments anaux conservent une couleur noir rougeâtre, et les ailes sont foncées. Le mâle est similaire, mais plus petit et est rarement collecté.



Figure 76 — Pupes du thrips du cacaoyer, *Selenothrips rubrocinctus* (Giard)  
Photographie de Lyle J. Buss, Université de Floride



Figure 77 — Adulte du thrips du cacaoyer. Photographie de Lyle J. Buss, Université de Floride.

## IMPACT SUR LE RENDEMENT ET LA QUALITÉ

TYPE D'IMPACT	DESCRIPTION
Impact économique	<i>H. haemorrhoidalis</i> associé à <i>S. rubrocinctus</i> peut provoquer jusqu'à 80% de réforme des fruits en raison de lésions et fissures. Les larves et les adultes se nourrissent du feuillage et des fruits en perçant l'épiderme avec leurs pièces buccales. Le thrips du cacaoyer préfère les jeunes feuilles et leur alimentation provoque l'argenture, la déformation et la chute des feuilles. Le thrips détruit les cellules dont il se nourrit, endommage les fruits et laisse des gouttelettes ou des taches d'excréments inesthétiques de couleur foncée à la surface des feuilles. Une blessure plus grave entraîne la chute des feuilles, qui peut dénuder les arbres. Les produits d'excrétion du miellat des thrips du cacaoyer et d'autres infestations d'insectes tombent sur les feuilles, les fruits ou les objets situés en dessous, donnant naissance à la moisissure noire de suie, qui dégrade les fruits.
Impact environnemental	En cas de recours à la lutte chimique, il existe un risque pour la santé humaine, l'environnement et les espèces non ciblées.
Impact sur la biodiversité	La lutte chimique nuit aux insectes indigènes et aux espèces dont la conservation est importante.
Impact social	La santé humaine et le tourisme s'en trouveraient affectés si les plantations traitées aux insecticides sont proches de l'habitat et de sites touristiques.

## ORGANISME DE QUARANTAINE

*H. haemorrhoidalis* - Large distribution en Afrique, en Océanie et en Europe

*Selenothrips rubrocinctus* - Largement répandu en Afrique, Océanie, mais absent en Europe (CABI, 2021).

## CONDITIONS FAVORABLES À L'INFESTATION

TYPE	CONDITION FAVORABLE	IMPACT / EXPLICATION
Température	21–28°C	À cette température, la femelle met 4 à 6 jours pour commencer à pondre après l'émergence et produit jusqu'à 47 œufs en moyenne. La température optimale pour le développement des larves est de 26-28°C
Précipitations	Pas d'informations publiées	Informations non disponibles
Humidité relative (HR)	Informations non disponibles	Informations non disponibles

## LES STADES CONCERNÉS DE LA CULTURE

PÉPINIÈRE	JEUNES ARBRES, PLANTÉS	STADE VÉGÉTATIF	BOURGEONS FLORAUX ET FLORAISON	GROSSISSEMENT DES FRUITS	MATURITÉ DES FRUITS / RÉCOLTE	POST-RÉCOLTE
++	+++	+++	+++	+++	+++	+++

## SYMPTÔMES ET DOMMAGES

Les symptômes de l'attaque de *H. haemorrhoidalis* résultent de l'alimentation des adultes et/ou des larves sur les feuilles et les fruits ; les piqûres d'alimentation provoquent le développement de taches chlorotiques. Les feuilles gravement infestées deviennent papuleuses et flétries, et meurent rapidement. Si l'infestation est grave, il en résulte une défoliation. Des taches brunes apparaissent à la surface des fruits et, en cas de blessure pendant la croissance, des fissures apparaissent souvent.

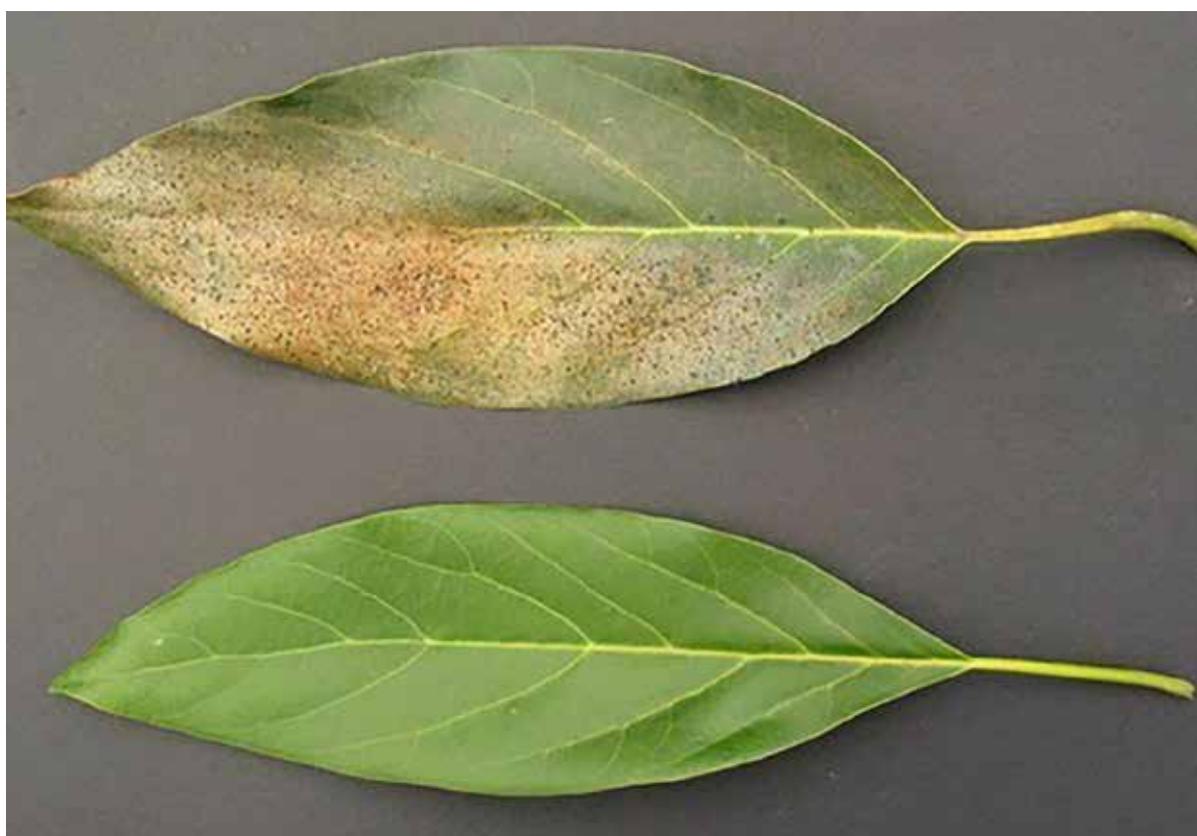


Figure 78 — Dégâts sur des feuilles d'avocatier par le thrips des serres, *Heliothrips haemorrhoidalis* (Funderburk et al. 2008).

Le thrips du cacaoyer préfère les jeunes feuilles et leur alimentation provoque l'argenture, la déformation et la chute des feuilles. Le thrips détruit les cellules dont il se nourrit, endommage les fruits et laisse des gouttelettes ou des taches d'excréments inesthétiques de couleur foncée à la surface des feuilles. Une blessure plus grave entraîne la chute des feuilles, qui peut dénuder les arbres. Les produits d'excrétion du miellat des thrips du cacaoyer et d'autres infestations d'insectes tombent sur les feuilles, les fruits ou les objets situés en dessous, donnant naissance à la moisissure noire de suie, qui dégrade les fruits.

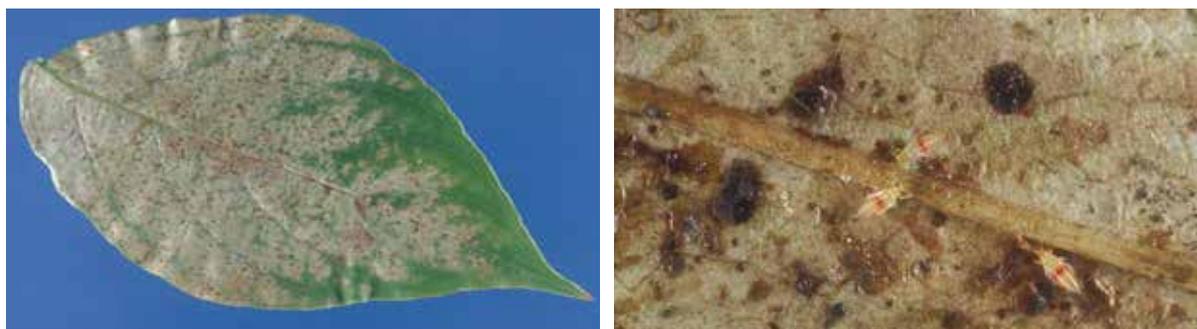


Figure 79 — Dégâts typiques de thrips, avec des thrips immatures de cacaoyer, *Selenothrips rubrocinctus* (Giard). Photographie de Lyle J. Buss, Université de Floride.

Sur les fruits, l'alimentation commence près du calice, produisant progressivement une cicatrice qui peut recouvrir tout le fruit. Le fruit développe ensuite une peau brune et coriace. L'alimentation est plus fréquente sur les jeunes fruits ; les dommages économiques se produisent généralement sur des fruits d'une longueur maximale de 2 cm (2 à 3 semaines après la nouaison). Les fruits plus vieux et à la peau plus épaisse sont moins sensibles aux attaques.



Figure 80 — «Peau d'alligator» caractéristique des dégâts causés par les thrips (<https://www.planthealthaustralia.com.au/wp-content/uploads/2013/01/Avocado-thrips-FS.pdf>)

## SURVEILLANCE

Les stades adultes et immatures sont détectés en examinant les surfaces inférieures des feuilles ainsi que les surfaces des fruits. Des taches chlorotiques, des taches brunes et des lésions nécrotiques sont visibles. À de faibles niveaux de population, les deux thrips ont montré une nette préférence (93%) pour une nutrition entre les fruits groupés, ce qui a entraîné des dommages sur 22-33 % des fruits groupés, alors que seulement 1-3 % des fruits individuels ont été endommagés. Des fruits peuvent être utilisés comme « pièges », car cela évite l'utilisation de pièges jaunes collants classiques et permet une évaluation immédiate et plus directe des pertes de récolte (Dennill et Erasmus 1992).

## CONTRÔLE PAR DE BONNES PRATIQUES CULTURALES

ACTION	JUSTIFICATION ET/OU DESCRIPTION	EFFET/IMPACT
<b>CHOIX DE PRÉ-PLANTATION</b>		
Luttez contre les parasites dans les pépinières et utilisez des variétés résistantes dans la mesure du possible	Le nuisible s'attaque à la culture à tous les stades	Minimisez les dommages aux jeunes cultures
<b>PRÉPARATION DE LA PARCELLE (VERGER)</b>		
<b>PLANTATION</b>		
Luttez contre le nuisible pendant les stades de croissance végétative	Le nuisible s'attaque à la culture à tous les stades de croissance	Minimisez l'accumulation du nuisible avant la fructification
<b>GESTION DU VERGER</b>		
Assainissement	L'enlèvement des branches et des feuilles et le ramassage de la litière (feuilles et brindilles tombées) réduisent l'infestation	La taille permet à la lumière de pénétrer dans la canopée et comme les thrips n'aiment pas la lumière, cela réduit l'infestation. Les pratiques d'assainissement des champs, notamment l'enlèvement des vieilles branches et des feuilles, en particulier sur le sol, aident à lutter contre les thrips.
Taille	Taillez et détruisez les terminaux blessés et infestés lorsque vous gérez quelques petits spécimens de plants	La taille de l'intérieur des arbres peut augmenter les populations d'acariens dans la canopée extérieure, réduisant ainsi les cicatrices des fruits dues au thrips des agrumes.

ACTION	JUSTIFICATION ET/ OU DESCRIPTION	EFFET/IMPACT
Couvertures de rang	Tout type de couverture qui exclut les insectes, mais permet la pénétration de la lumière et de l'air peut être utilisé. Appliquez des couvertures de rang avant la levée des cultures ou à des plants exempts de parasites pendant la plantation	Cela empêche les thrips de creuser le sol pour se reproduire et réduit la population et les dommages
Paillis réfléchissant	Un paillis ou un treillis qui réfléchit la lumière empêche certains insectes volants de localiser les plants	Cela réduit l'infestation et les dommages
<b>RÉCOLTE ET MANUTENTION POST-RÉCOLTE</b>		
Fumigation	Utilisez le formate d'éthyle	

## LUTTE BIOLOGIQUE

Utilisation du prédateur *Orius thripoborus*; cet anthocoride est potentiellement utile comme agent de lutte biologique contre le thrips comme cela a été démontré en Afrique du Sud (Dennill, 1992). Le parasite *Thripobius semiluteus* a été utilisé avec succès pour lutter contre *H. haemorrhoidalis* dans les vergers d'avocatiers du sud de la Californie (McMurtry *et al.* 1991).

Les thrips du cacaoyer sont la proie d'un large assortiment de prédateurs naturels tels que les araignées, les acariens, les chrysopes, les thrips prédateurs et les punaises prédatrices, notamment les punaises pirates (Chin et Brown 2008).

La prédation peut être renforcée par l'utilisation de pesticides chimiques approuvés qui ne nuisent pas à ces ennemis naturels.

## LUTTE CHIMIQUE

Le spinosad est généralement plus efficace contre les thrips que les autres produits chimiques. Le spinosad dure 1 semaine ou plus et se déplace sur de courtes distances dans les tissus pulvérisés (a une activité translaminaire) pour atteindre les thrips qui se nourrissent dans les parties protégées de la plante. L'ajout d'huile horticole au mélange de pulvérisation peut augmenter sa persistance dans les tissus végétaux. Cet insecticide est un produit de fermentation d'une bactérie naturelle, et certaines formulations sont organiquement acceptables.

## Les ingrédients actifs qui pourraient être utilisés contre le thrips :

### — Abamectine

Mode d'action : un insecticide systémique qui agit comme une neurotoxine.

Application : appliquez lorsque des thrips immatures sont remarqués, mais avant de dépasser 5 thrips immatures par feuille/fruit.

Gestion de la résistance : n'effectuez, si nécessaire, qu'une deuxième application 30 jours plus tard.

### — Acétamipride + Pyriproxifène

Mode d'action : insecticide à large spectre qui produit un effet de choc et une suppression résiduelle du nuisible.

Application : appliquez en pulvérisation de couverture après la floraison en cas de signes d'infestation ou de libération de chenilles. Ne ciblez pas les populations bien établies avec une prédominance d'adultes matures.

### — Deltaméthrine

Mode d'action : insecticide à large spectre qui agit par contact et par ingestion, entraînant une paralysie de l'insecte.

Application : appliquez au premier signe d'infestation en pulvérisation foliaire et répétez si nécessaire. Il peut s'avérer nécessaire de répéter les applications pour lutter contre les réinfestations, car le contrôle résiduel est limité.

### — Acides gras des sels de potassium

Mode d'action : insecticide de contact à large spectre, formulé à partir de sels de potassium combinés à des acides gras.

Application : appliquez en pulvérisation de couverture à l'apparition de nuisibles, sans limite du nombre de pulvérisations par saison.

### — Malathion

Mode d'action : un insecticide non systémique à large spectre qui combine une action de contact, gastrique et respiratoire.

Application : appliquer en pulvérisation de couverture à l'apparition de nuisibles.

### — Extrait d'huile de neem (azadirachtine)

Mode d'action : l'extrait d'huile de neem agit en amenant les insectes à réduire leur nourriture ou à cesser de se nourrir, en empêchant la maturation des larves, en réduisant ou en interrompant le comportement d'accouplement et, dans certains cas, l'huile recouvre les trous de respiration des insectes et les tue.

Application : appliquer l'extrait d'huile de neem au premier signe d'insectes. Ce produit est le plus efficace pour lutter contre les insectes lorsqu'il est appliqué selon un calendrier de 7 à 14 jours (vérifier les informations sur l'étiquette). En cas de

fortes populations d'insectes, appliquer selon un calendrier de 7 jours. Pulvérisation jusqu'au ruissellement. Une couverture complète de tous les tissus végétaux est nécessaire pour le contrôle.

#### — Savon de potasse

Mode d'action : insecticide de contact à large spectre, formulé à partir de sels de potassium combinés à des acides gras.

Application : appliquez en pulvérisation de couverture à l'apparition de nuisibles, sans limite du nombre de pulvérisations par saison. La concentration peut aller de 1,5 à 3,0 L par 100 L d'eau, selon le stade de la culture et l'étalonnage de l'équipement.

#### — Extrait de pyréthrine

Mode d'action : insecticide organique à large spectre qui agit par contact.

Application : appliquez lorsque le nuisible est observé pour la première fois sur les fruits. Des applications répétées peuvent être nécessaires. Il n'y a pas de limite au nombre de traitements par saison.

#### — Spinétorame

Mode d'action : un insecticide à large spectre qui a une action de contact et de poison gastrique.

Application : commencez la pulvérisation dès les premiers signes de présence de thrips. Répétez l'application en cas de nécessité. Appliquez en pulvérisation légère de couverture en veillant à bien couvrir la zone ciblée.

#### — Spinosad

Mode d'action : il agit par ingestion et contact, et provoque une paralysie chez les insectes.

Application : surveillez attentivement les cultures pour détecter les œufs et les stades immatures des espèces nuisibles par un dépistage régulier sur le terrain. Cibler les pulvérisations sur les œufs matures et les larves nouvellement écloses lorsque leur nombre dépasse le seuil de pulvérisation. Les taux varient en fonction du produit, du stade de la culture, de l'étalonnage de l'équipement et d'autres paramètres tels que la température.

#### — Soufre

Mode d'action : insecticide/fongicide à large spectre qui agit par contact et est toxique pour les tétranyques.

Application : appliquez lorsque le nuisible est observé. Les taux varient en fonction du produit, du stade de la culture et de l'étalonnage de l'équipement.

**Remarque :** opérez une rotation de matières actives ayant des modes d'action différents pour éviter le développement de résistances.

#### 6.5.4. ALEURODES (MOUCHES BLANCHES)

##### NOM SCIENTIFIQUE

*Aleurodicus dispersus* (aleurode spiralant) – **Nuisible** majeur

*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood, mouche blanche / aleurode des serres) - Nuisible majeur

##### CYCLE DE VIE ET BIOLOGIE

###### 1. *Aleurodicus dispersus* (aleurode spiralant)

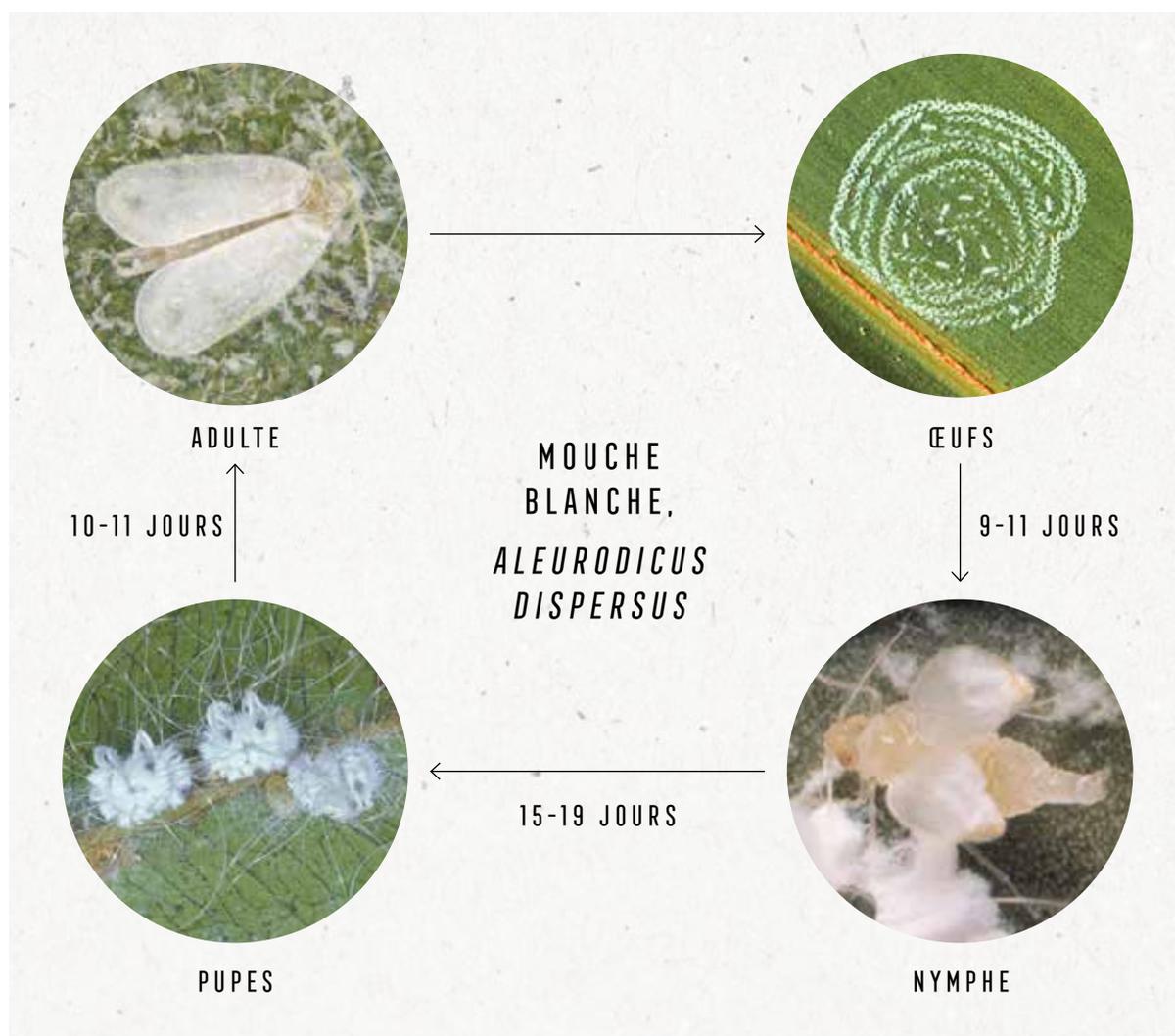


Figure 81 — Cycle de vie de l'aleurode spiralant (vikaspedia)

ÉTAPE	DESCRIPTION
Œuf	Les œufs (0,3 mm de long) présentent généralement une surface lisse, de forme elliptique jaune et beige (Reddy, 2015). Ils sont pondus à un angle de 90° avec des dépôts spiralés de flocons blancs sur la face inférieure des feuilles. Les œufs ont un court pédicelle ou une tige subterminale, qui est insérée dans la plante hôte pendant l'oviposition (Waterhouse et Norris, 1989). Les œufs sont pondus en spirale, avec des dépôts de sécrétions cireuses.
Larves/ Nymphes	Les premiers stades sont mobiles et appelés chenilles. Ils mesurent généralement 0,32 mm de long et se fixent près du motif en spirale des œufs dont ils sont issus.  Les deuxième et troisième stades mesurent 0,5-0,65 mm de long et continuent à se nourrir au même endroit. La caractéristique distinctive de la larve de troisième stade est la présence de tiges de cire semblables à du verre (généralement courtes et régulièrement espacées) alignées le long du corps. Le quatrième stade ou puparium mesure 1,06 mm de long et est recouvert de nombreuses quantités de matières blanches et de longues tiges en forme de verre (~8 mm de long).
Pupes	Le dernier et quatrième stade immature est considéré comme la pupa de cette espèce. Ce stade se nourrit pendant les phases précédentes, puis cesse de se nourrir et subit une réorganisation des tissus internes avant de muer en adulte (Waterhouse et Norris, 1989).
Adulte	Les <i>A. dispersus</i> adultes sont blancs et recouverts d'une fine sécrétion cireuse ressemblant à de la poussière. Longueur du corps des mâles 2,28 mm, et des femelles 1,74 mm. Les deux sexes sont ailés. Les ailes sont claires peu après l'émergence, mais deviennent blanches en raison de la couche de cire au bout de quelques heures. Les femelles adultes <i>A. dispersus</i> pondent de quelques à plusieurs œufs elliptiques, à surface lisse, de couleur jaune à beige.



Figure 82 — Spirales d'œufs et de cire de l'aleurode spirulant ([https://www.pestnet.org/fact\\_sheets/spiralling\\_whitefly\\_025.htm](https://www.pestnet.org/fact_sheets/spiralling_whitefly_025.htm))



Figure 83 — Stades immatures de l'aleurode spirale  
(Source : <https://www.bom/bug-database/lawn-pests/spiraling-whitefly/>)

2. *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood, mouche blanche / aleurode des serres)

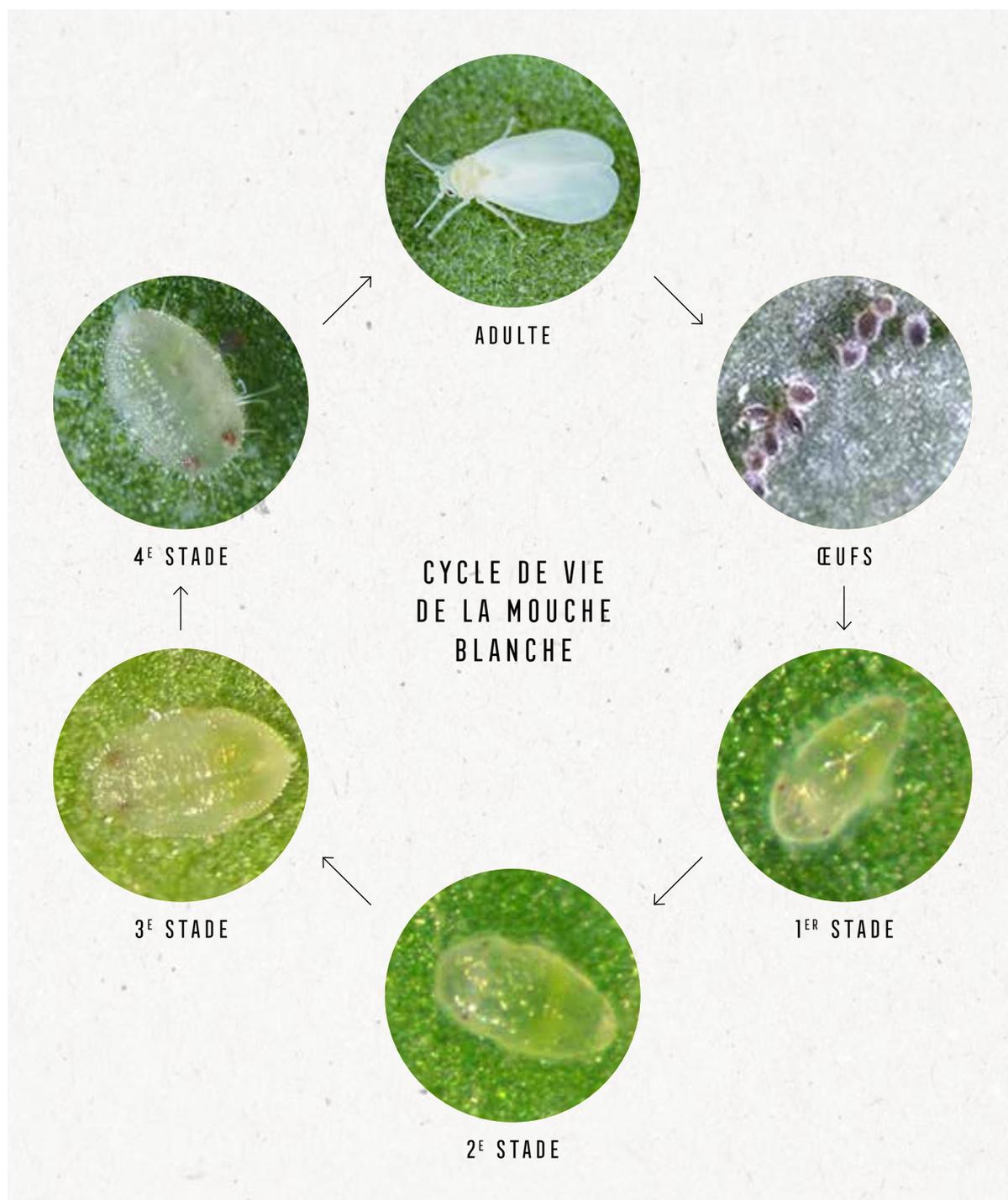


Figure 84 — Cycle de vie de la mouche blanche / aleurode des serres  
(University of California Cooperative Extension)

ÉTAPE	DESCRIPTION
Œuf	Les œufs sont de forme approximativement conique, d'un blanc jaunâtre virant au gris violacé après 2 jours et d'une longueur de 0,25 mm. La ponte se fait sur un court pédicelle, qui est inséré dans les cellules épidermiques de la face inférieure des feuilles, souvent en cercle ou en croissant.
Larves/ Nymphes	Les nymphes ou « chenilles » sont généralement vert pâle, mais peuvent aussi avoir une teinte jaune à brun foncé. Elles sont ovales, plates et ressemblent à des cochenilles. On dénombre quatre ou éventuellement cinq segments de pattes et deux ou trois segments antennaires. De petites quantités de cire blanche poudreuse sont généralement produites après que la chenille s'est installée et a commencé à se nourrir. La première nymphe est mobile, tandis que les stades nymphaux ultérieurs sont immobiles.
Pupes	La pupa est le stade final du quatrième stade nymphal et on suppose qu'elle se trouve au point où la nymphe cesse de se nourrir et où l'apolyse commence. La pupa prend une couleur jaune laiteuse et, lorsque l'adulte se développe à l'intérieur, des yeux rouges deviennent visibles à travers la cuticule.
Adulte	Les adultes mesurent environ 1,5 mm de long, sont blancs et ressemblent à de minuscules papillons de nuit. Les ailes sont jaune pâle, se tiennent relativement à plat au repos et sont recouvertes d'une pruine cireuse blanc pur.



Figure 85 — Stades immatures de l'aleurode des serres  
<https://www.apsnet.org/edcenter/apsnetfeatures/Pages/GreenhouseWhitefly.aspx>

## IMPACT SUR LE RENDEMENT ET LA QUALITÉ

TYPE D'IMPACT	DESCRIPTION
Impact économique	L'impact économique des infestations par <i>A. dispersus</i> est dû à une combinaison de trois facteurs. Les dommages causés par l'alimentation directe résultent de l'extraction de la sève des feuilles, principalement par les stades larvaires, mais aussi par les adultes. L'alimentation directe peut provoquer la chute prématurée des feuilles, réduire la vigueur des plants et les rendements, mais elle tue rarement les plants purement et simplement. Les dommages indirects sont dus au miellat excrété qui favorise le développement des moisissures de suie, lesquelles entravent la photosynthèse et réduisent les rendements. Enfin, les dommages cosmétiques sont dus à la fois aux moisissures de suie et à la floculation blanche sécrétée par les stades immatures, qui réduit la valeur marchande des récoltes.
Impact environnemental	Le nuisible a un large spectre d'hôtes et la lutte contre le nuisible à l'aide de produits chimiques peut entraîner une application à grande échelle qui peut conduire à la pollution de l'environnement en cas de mauvaise gestion.
Impact sur la biodiversité	L'utilisation de pesticides dans la gestion peut nuire aux ennemis naturels du ravageur et à d'autres organismes bénéfiques.
Impact social	La floculation portée par le vent peut être inesthétique et peut également contribuer à des crises d'asthme (Waterhouse et Norris, 1989).

## ORGANISME DE QUARANTAINE

*Aleurodicus dispersus* Largement répandu en Afrique et en Océanie. Présent dans quelques pays d'Europe (Pays-Bas, Espagne, Portugal, Madère et îles Canaries).

*Trialeurodes vaporariorum* : Largement répandu en Afrique et en Europe mais a une distribution limitée en Océanie.

## CONDITIONS FAVORABLES À L'INFESTATION

TYPE	CONDITION FAVORABLE	IMPACT / EXPLICATION
Température	15–25°C (optimum) - <i>Aleurodicus dispersus</i> 19–21°C - <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	De fortes pluies occasionnelles et des températures fraîches entraînent une réduction temporaire de la population d' <i>A. dispersus</i> (Mani, 2010). La mouche blanche est également un vecteur de nombreux virus. Conditions optimales pour la reproduction en dehors des conditions de serre. Dans les climats froids, cette mouche blanche ne se trouve que dans les serres
Précipitations	Pluviosité tropicale Pluviosité tropicale montagnaise	De fortes pluies occasionnelles et des températures fraîches entraînent une réduction temporaire de la population d' <i>A. dispersus</i> (Mani, 2010). Favorise la reproduction de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> tout au long de l'année
Humidité relative (HR)	Aucune information publiée pour <i>Aleurodicus dispersus</i> Conditions montagneuses tropicales (19°C, 80% RH) pour <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Aucune information publiée pour <i>Aleurodicus dispersus</i> . Convient pour l'établissement, la reproduction et la multiplication

## LES STADES CONCERNÉS DE LA CULTURE

PÉPINIÈRE	JEUNES ARBRES, PLANTÉS	STADE VÉGÉTATIF	BOURGEONS FLORAUX ET FLORAISON	GROSSISSEMENT DES FRUITS	MATURITÉ DES FRUITS / RÉCOLTE	POST-RÉCOLTE
++	+++	+++	+++	++	++	0

## SYMPTÔMES ET DOMMAGES

Propagation de l'infestation des feuilles du bas vers le haut. Une grande quantité de miellat est excrétée. Elle recouvre les surfaces environnantes et développe souvent une couche de moisissure fuligineuse.

## SURVEILLANCE

Un suivi régulier sur le terrain est important pour la détection et la gestion des mouches blanches. L'échantillonnage visuel par examen des feuilles est la méthode la plus courante et la plus précise pour surveiller les mouches blanches. Les pièges englués jaune vif sont utiles pour suivre le déplacement des mouches blanches dans des zones ou des champs ou en début de saison. Lorsqu'ils sont utilisés de manière coordonnée sur une grande surface, ils peuvent fournir des informations précieuses sur les mouvements de population aux producteurs d'une région.

## CONTRÔLE PAR DE BONNES PRATIQUES CULTURALES

ACTION	JUSTIFICATION ET/OU DESCRIPTION	EFFET/IMPACT
<b>CHOIX DE PRÉ-PLANTATION</b>		
/	/	/
<b>PRÉPARATION DE LA PARCELLE (VERGER)</b>		
<b>PLANTATION</b>		
Culture mixte :	Il est possible d'avoir recours à la sélection de cultures pour cultures intercalaires afin de gérer les populations de mouches blanches.	Cette méthode n'est efficace que pour les jeunes arbres pendant leur établissement
<b>GESTION DU VERGER</b>		
Assainissement des champs	Suppression des hôtes alternatifs qui fournissent des habitats de reproduction	Réduire la population et l'infestation de mouches blanches. Les mauvaises herbes jouent un rôle important en hébergeant les aleurodes entre les plantations de cultures. Elles hébergent aussi souvent des virus transmis par les mouches blanches. Les mauvaises herbes doivent dès lors être supprimées avant la plantation. Les champs doivent également être exempts de mauvaises herbes.
<b>RÉCOLTE ET MANUTENTION POST-RÉCOLTE</b>		
/	/	/

## LUTTE BIOLOGIQUE

Les mouches blanches sont attaquées par un grand nombre d'ennemis naturels : guêpes parasites (par ex. *Eretmocerus spp.*, *Encarsia spp.*), acariens prédateurs (*Amblyseius spp.* et *Typhlodromus spp.*), thrips prédateurs, chrysopes, staphylins et coccinelles (<https://infonet-biovision.org/PlantHealth/Pests/Whiteflies>).

Utilisation d'ennemis naturels (prédateurs) comme les coléoptères coccinellidés. Les parasitoïdes *Encarsia haitiensis* et *E. Formosa* peuvent lutter avec succès contre *A. dispersus* et *T. vaporiorum* respectivement.

## PRODUITS DE PROTECTION DES PLANTES

---

### UTILISATION DE BIOPESTICIDES ET DE PRODUITS BOTANIQUES

Les pesticides à base de neem sont réputés lutter contre les jeunes nymphes, inhiber la croissance et le développement des nymphes plus âgées, et réduire la ponte des aleurodes adultes. Ils réduisent également de manière significative le risque de transmission du virus de la frisolée jaune de la tomate. On peut accroître l'efficacité des pesticides à base de neem par l'ajout 0,1 à 0,5% de savon mou.

Plusieurs champignons (par exemple *Verticillium lecanii*, *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumosoroseus*) s'attaquent aux mouches blanches et peuvent être des agents de lutte utiles dans les situations où la culture se fait dans des conditions de forte humidité. Des préparations commerciales sont disponibles.

## LUTTE CHIMIQUE

Un certain nombre de pesticides chimiques sont efficaces contre la mouche blanche. Cependant, le nuisible a un large spectre d'hôtes et est connu pour développer une résistance très rapidement. La gestion du développement de la résistance se fait par l'alternance des substances actives.

Aucune application de pesticide n'est toutefois recommandée pour les aleurodes des avocats. Le traitement chimique des aleurodes est souvent inefficace ; une suppression temporaire peut être obtenue, suivie d'une résurgence du nuisible, surtout après l'application de certains insecticides à large spectre.

**Les ingrédients actifs qui pourraient être utilisés contre les mouches blanches :**

### — Acétamipride + Pyriproxifène

Mode d'action : insecticide à large spectre qui produit un effet de choc et une suppression résiduelle du nuisible.

Application : pulvérisation foliaire.

### — Buprofezine

Mode d'action : C'est un régulateur de croissance des insectes qui agit par contact et qui inhibe la mue, entraînant la mort.

Application : appliquez le produit dès l'apparition du nuisible ou juste avant que les chenilles actives de première génération ne commencent à se déplacer, en tant que pulvérisation à couverture totale.

### — Acides gras des sels de potassium

Mode d'action : insecticide de contact à large spectre, formulé à partir de sels de potassium combinés à des acides gras

Application : appliquez-le en pulvérisation de couverture à l'apparition des nuisibles, sans limite du nombre de pulvérisations par saison.

### — Malathion

Mode d'action : insecticide à large spectre qui agit par contact, ingestion et expositions à l'inhalation.

Application : appliquez-le en pulvérisation de couverture ou en traitements localisés à l'apparition de nuisibles sur la culture.

### — Extrait d'huile de neem (azadirachtine)

Mode d'action : l'extrait d'huile de neem agit en amenant les insectes à réduire leur nourriture ou à cesser de se nourrir, en empêchant la maturation des larves, en réduisant ou en interrompant le comportement d'accouplement et, dans certains cas, l'huile recouvre les trous de respiration des insectes et les tue.

Application : appliquer l'extrait d'huile de neem au premier signe d'insectes. Ce produit est le plus efficace pour lutter contre les insectes lorsqu'il est appliqué selon un calendrier de 7 à 14 jours, mais reportez-vous toujours aux instructions sur l'étiquette avant utilisation. Une pulvérisation de couverture complète de tous les tissus végétaux est nécessaire pour le contrôle.

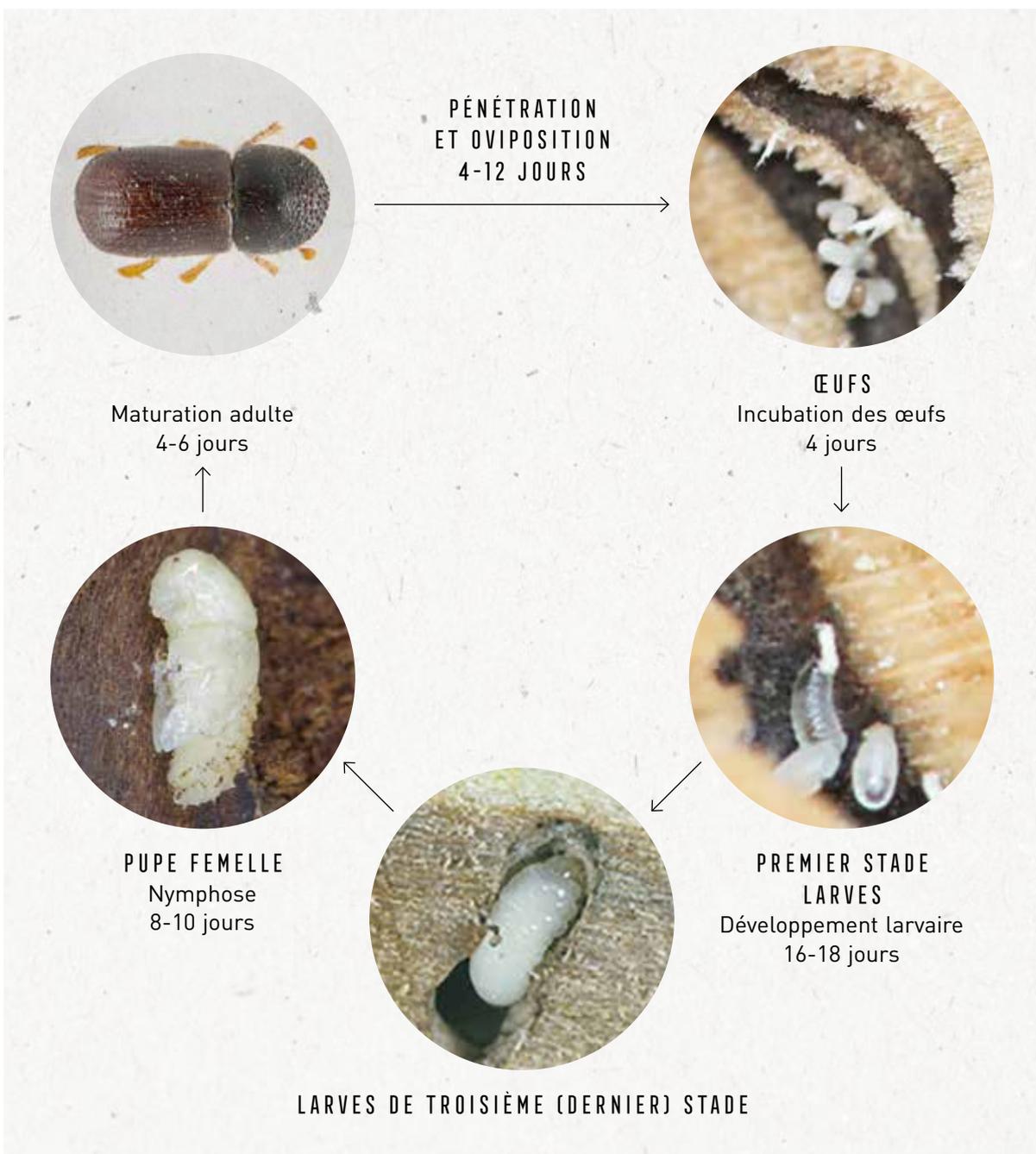
**Remarque :** opérez une rotation de matières actives ayant des modes d'action différents pour éviter le développement de résistances.

### 6.5.5. LE SCOLYTE DE L'AVOCATIER

#### NOM SCIENTIFIQUE

1. *Euwallacea fornicatus* Eichhoff (scolyte polyphage) - Nuisible majeur
2. *Euwallacea perbrevis* (scolyte du théier) – Nuisible mineur
3. *Xylosandrus compactus* (scolyte) – Nuisible mineur

#### CYCLE DE VIE ET BIOLOGIE



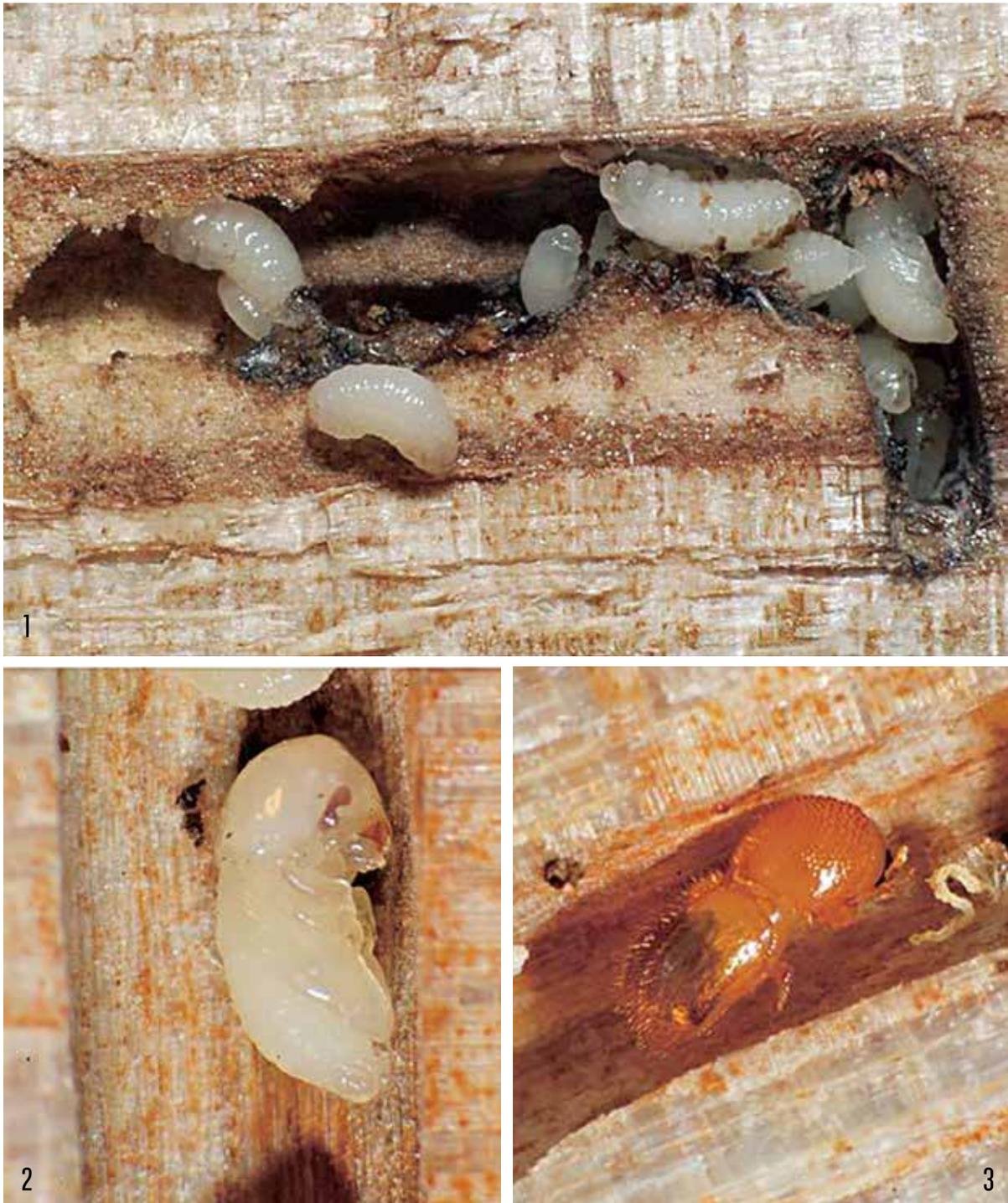


Figure 86 — Cycle de vie d'un scolyte polyphage (Phytoparasitica) [Gauche], *Xylosandrus compactus* (Eichhoff).

1. Groupe de larves et de pupes dans la galerie maternelle 2. Pupa. 3. Adulte nouvellement émergé  
 (photo P. Giannotti) [Droite]

[[https://www.researchgate.net/publication/287254381\\_Bioecological\\_notes\\_on\\_Xylosandrus\\_compactus\\_Eichhoff\\_Coleoptera\\_Curculionidae\\_Scolytinae\\_a\\_species\\_recently\\_recorded\\_into\\_Italy/figures](https://www.researchgate.net/publication/287254381_Bioecological_notes_on_Xylosandrus_compactus_Eichhoff_Coleoptera_Curculionidae_Scolytinae_a_species_recently_recorded_into_Italy/figures)]

## 1. *Euwallacea fornicatus* Eichhoff (Scolyte polyphage)

ÉTAPE	DESCRIPTION
Œuf	Les œufs sont de couleur blanc cassé, partiellement translucides, et mesurent environ 0,3 mm de long. Les œufs éclosent en quatre à six jours. Les œufs diploïdes fécondés (ceux qui contiennent les informations génétiques maternelles et paternelles) donnent naissance à des femelles, tandis que les œufs haploïdes non fécondés (ceux qui contiennent uniquement les informations génétiques maternelles) donnent naissance à des mâles. Il n'y a généralement qu'un seul œuf mâle par famille.
Larves	Les larves sont typiques des charançons : blanches, en forme de C, sans pattes, avec une capsule céphalique orange. Les larves du scolyte du théier ont trois stades, comme presque tous les curculionidés. Les larves se nourrissent entièrement du champignon symbiotique ambrosia. Le stade larvaire est terminé en 16-18 jours et les larves de troisième stade atteignent environ 3,0 mm de longueur.
Pupes	Les pupes sont blanches, de la même taille que les coléoptères adultes. La pupule haploïde du mâle est nettement plus petite que celle de la femelle. La nymphose a lieu dans la même galerie commune que le développement larvaire. Les adultes émergent dans les sept à neuf jours (Kumar <i>et al.</i> 2011, James 2007).
Adulte	Les femelles adultes mesurent 1,9-2,5 mm de long, 2,3 fois plus longues que larges. Elles sont noires ou presque noires, mais les adultes récemment éclos peuvent être bruns. Les mâles sont sensiblement plus petits, 1,5 mm, 2,0 fois plus longs que larges. Leurs élytres sont soudés, leurs yeux sont minuscules et leurs ailes sont atrophiées et non fonctionnelles ( <a href="https://entnemdept.ufl.edu/creatures/trees/beetles/tea_shot_hole_borer.htm">https://entnemdept.ufl.edu/creatures/trees/beetles/tea_shot_hole_borer.htm</a> )



Figure 87 — Scolyte polyphage adulte (<https://www.plantwise.org/KnowledgeBank/datasheet/57163>)

## 2. *Euwallacea perbrevis* (scolyte du théier)

ÉTAPE	DESCRIPTION
Œuf	Les œufs de <i>E. perbrevis</i> n'ont pas été décrits. Toutefois, les œufs du genre apparenté <i>Xyleborus</i> sont très petits (0,3 mm de long), ronds et partiellement translucides, avec une surface lisse. Ils sont pondus seuls ou en groupes. Les œufs fraîchement pondus sont pâles, mais ils s'assombrissent progressivement avant l'éclosion, qui a lieu au bout de 4 à 6 jours.
Larves	La larve mature mesure environ 3,5 mm de long et 1,1 mm de large. Les larves sont blanches, sans pattes, en forme de C, avec une tête rougeâtre, et mettent 16-18 jours à se transformer en chrysalide. La tête est incolore, large d'environ 0,5 mm, avec le bord antérieur presque droit.
Pupes	Les pupes ont une taille similaire à celle des adultes et sont blanches. Les pupes éclosent après 7-9 jours.
Adulte	Les femelles adultes sont de couleur brun foncé à presque noir, avec une longueur de corps de 2,2-2,6 mm. Les mâles sont dépourvus d'ailes et plus petits que les femelles, 1,50-1,67 mm de long (CABI, 2021).

## 3. *Xylosandrus compactus* (scolyte)

ÉTAPE	DESCRIPTION
Œuf	L'œuf de <i>X. compactus</i> mesure environ 0,3 mm de large et 0,5 mm de long. Il est blanc et ovoïde avec une surface lisse (Hara et Beardsley, 1979). La période d'incubation varie de 3 à 5 jours avec plus de 80 % des œufs qui éclosent après 4 jours (Hara et Beardsley, 1979).
Larves	La larve mature mesure environ 2,0 mm de long. Le corps est blanc crème avec une tête brun pâle. Elle n'a pas de pattes. La largeur moyenne de la tête des larves de l'ultime stade est d'environ 0,36 mm (Ngoan <i>et al.</i> 1976).
Pupes	Le corps de la pupa est blanc crème et de type « libre ». Elle est à peu près de la même longueur que l'adulte.
Adulte	Les femelles adultes sont de couleur brun foncé à presque noir, de 1,4 à 1,9 mm de long et environ deux fois plus longues que larges. L'avant de la tête est convexe, avec une légère empreinte transversale juste au-dessus des pièces buccales. Le funicule antennaire est composé de cinq segments, et le club antennaire est tronqué obliquement, environ 1,2 fois plus long que large. Les petits mâles, dépourvus d'ailes mesurent environ 0,8 à 1,1 mm de long sont deux fois plus longs que larges.

## IMPACT SUR LE RENDEMENT ET LA QUALITÉ

TYPE D'IMPACT	DESCRIPTION
Impact économique	<p><i>E. fornicatus</i> affecte gravement les forêts naturelles, les arbres urbains et les plantations commerciales d'avocats dans sa distribution native et introduite. Il a également été signalé en Afrique du Sud, causant des dommages importants aux arbres dans les zones urbaines et naturelles, y compris les vergers d'avocats (Paap <i>et al.</i> 2018).</p> <p><i>X. compactus</i> est un nuisibles sérieux des arbustes et des arbres. Il cause des dommages importants, mais aucune donnée ne permet de montrer le niveau et l'impact de ces dommages.</p>
Impact environnemental	Minimal
Impact sur la biodiversité	Comme ce nuisible a pour hôtes des espèces d'arbres forestiers, il peut entraîner la mort d'arbres, ce qui a un impact sur la biodiversité.
Impact social	Inconnu

## ORGANISME DE QUARANTAINE

*Euwallacea fornicatus* Eichhoff est présent aux Samoa et en Afrique du Sud.

*Euwallacea perbrevis*: En Afrique, présent à la Réunion. En Océanie, il est présent dans quelques pays (Australie, Fidji, Palau, Papouasie-Nouvelle-Guinée, Samoa et Timor-Leste).

*Xylosandrus compactus* est largement répandu sur tous les continents.

## CONDITIONS FAVORABLES À L'INFESTATION

TYPE	CONDITION FAVORABLE	IMPACT / EXPLICATION
Température	26–35°C	Optimum pour la croissance et le développement
Humidité relative (HR)	75 à 95 %	Optimum pour la croissance et le développement

## LES STADES CONCERNÉS DE LA CULTURE

PÉPINIÈRE	JEUNES ARBRES, PLANTÉS	STADE VÉGÉTATIF	BOURGEONS FLORAUX ET FLORAISON	GROSSISSEMENT DES FRUITS	MATURITÉ DES FRUITS / RÉCOLTE	POST-RÉCOLTE
0	++	+++	0	0	0	0

## SYMPTÔMES ET DOMMAGES

*E. fornicatus* perce et creuse des tunnels dans les tiges et les branches des arbres sains et provoque des dégâts par accumulation de masse. Les femelles colonisent généralement la base des branches secondaires, ce qui entraîne un dépérissement localisé des branches. Concernant le théier, les buissons sont affaiblis. Pour ce qui est de l'avocatier, l'infestation initiale est caractérisée par des exsudats blancs provenant des trous d'entrée des coléoptères (Owens *et al.* 2019).

*E. perbrevis* perce les tiges et les branches des hôtes appropriés, ce qui se manifeste initialement par des trous circulaires de 1,5 mm avec des franges blanches en plus de la résine, du latex ou d'autres défenses de la plante hôte selon l'espèce attaquée. Dans les avocats poussant dans des conditions sèches, un exsudat blanc se forme, connu sous le nom de «volcan de sucre» (Eskalen *et al.* 2013). Après une attaque, les branches deviennent faibles, improductives, flétries, sensibles à d'autres attaques et finissent généralement par dépérir. Les dommages physiques subis par la branche peuvent entraîner sa rupture et sa chute. Les arbres et les arbustes sont affaiblis et défigurés par la perte de leurs branches.

*X. compactus* perce les rameaux de l'année en cours, les tuant en quelques semaines ou les faisant se briser sous le poids de la récolte. Le nuisible affaiblit et retarde la fructification des jeunes plants et rend le remplacement des arbres très difficile. Les symptômes typiques de l'hôte qui caractérisent l'infestation par *X. compactus* sont la nécrose des feuilles et de la tige s'étendant du trou d'entrée vers le bas jusqu'à l'extrémité distale de la branche. Le faiblissement des branches intervient environ 5 à 7 jours après la formation initiale des tunnels et des galeries. Le flétrissement des rameaux et des branches devient généralement évident dans les semaines qui suivent l'infestation. Les trous d'entrée sont petits (0,8 mm de diamètre) et sont situés sur la face inférieure des branches. Des chancres, de 10 à 210 mm de long, sont couramment observés autour des zones attaquées des rameaux et branches plus grandes (Dixon et Woodruff, 1982). Un tas blanchâtre de poussière provenant du forage peut être observé à chaque trou.



Figure 88 — Dommage causé par le scolyte polyphage (<https://sustainability.uci.edu/pshb-uci/>)

## SURVEILLANCE

---

Les hôtes potentiels, tels que l'avocatier, doivent être examinés périodiquement pour détecter les arbres présentant un dépérissement des branches et des signes d'attaque du coléoptère aux jonctions des branches ombragées de petite et moyenne taille montrant la présence de «volcans de sucre» blancs. Des chiures compactées et de la sciure de bois montrent également la présence de la colonisation. Les symptômes externes sont communs à d'autres coléoptères de l'ambrosie. On peut utiliser le quercivorol et l' $\alpha$ -copaène en tant qu'attractifs dans des pièges blancs englués ou des pièges bouteilles à des fins de surveillance et d'étude (Kendra *et al.* 2017 ; Owens *et al.* 2019).

## CONTRÔLE PAR DE BONNES PRATIQUES CULTURALES

ACTION	JUSTIFICATION ET/OU DESCRIPTION	EFFET/IMPACT
<b>CHOIX DE PRÉ-PLANTATION</b>		
/	/	/
<b>PRÉPARATION DE LA PARCELLE (VERGER)</b>		
/	/	/
<b>PLANTATION</b>		
/	/	/
<b>GESTION DU VERGER</b>		
Surveillance et contrôle	Il est recommandé de procéder à des relevés périodiques des arbres présentant un dépérissement des branches et des signes de colonisation par les coléoptères.	Cela améliore la détection précoce. Dans les plantations d'avocatiers, les branches de petite et moyenne taille montreront la présence de «volcans de sucre» (exsudats de sucre), signe évident d'une infestation.
Assainissement des champs (taille)	Enlevez les branches infestées et brûlez-les, enterrez-les ou enveloppez-le dans des bâches ou des sacs en polyéthylène et exposez-les au soleil.	Tue les adultes et les larves, réduisant ainsi la population.
<b>RÉCOLTE ET MANUTENTION POST-RÉCOLTE</b>		
/	/	/

## LUTTE BIOLOGIQUE

### — Conservation des ennemis naturels

Pas d'information pour *E. fornicatus* et *E. perbrevis*, mais pour *X. compactus*, un certain nombre d'ennemis naturels, dont le prédateur *Callimerus* sp, et des parasites (*Dendrosoter enervatus*, *D. protuberans* et *Tetrastichus* sp. nr. *Xylebororum*) sont connus pour attaquer le nuisible et peuvent être conservés par la promotion de stratégies de lutte qui ne leur nuisent pas.

### — Lâcher d'ennemis naturels

Aucune information pour *E. fornicatus* et *E. perbrevis*, mais pour *X. compactus*, les ennemis naturels connus peuvent être élevés en laboratoire et relâchés.

## UTILISATION DE PRODUITS DE PROTECTION DES PLANTES

La décision d'avoir recours à la lutte chimique est influencée par les difficultés d'application (*E. fornicatus* se nourrit profondément dans le bois des branches infestées), le coût et les préoccupations environnementales.

## BIOPESTICIDE

Le champignon entomopathogène *Beauveria bassiana* est connu pour attaquer les nuisibles dans l'environnement naturel et la souche du champignon a été développée comme moyen de contrôle biologique. Il réduit considérablement la population de coléoptères et est maintenant disponible dans le commerce sous forme de poudre mouillable (UPASI Tea Research Foundation, 2003).

## LUTTE CHIMIQUE

Pour *E. fornicates*, les produits chimiques recommandés comprennent des substances comme le benzoate d'émamectine. Pour *X. compactus*, il est recommandé de pulvériser de la cyperméthrine, mais une analyse coût-bénéfice doit être effectuée pour établir si cela est économiquement viable.

## 6.5.6. LE TIGRE DE L'AVOCATIER

### NOM SCIENTIFIQUE

---

*Pseudacysta perseae* (le tigre de l'avocatier) Statut de nuisible pour l'avocatier : Nuisible majeur

### CYCLE DE VIE ET BIOLOGIE

---

ÉTAPE	DESCRIPTION
Œuf	<p>Les femelles pondent de minuscules œufs, souvent cachés sous des excréments noirs ressemblant à du goudron. Après environ 5 mues, les nymphes deviennent des adultes. Le développement de l'œuf à l'adulte varie d'environ 3 semaines par temps chaud à plusieurs mois lorsque les températures sont fraîches. Le tigre de l'avocatier a plusieurs générations par an.</p> <p>Tous les stades peuvent être présents tout au long de l'année.</p> <p>Les œufs se trouvent sur la surface inférieure des feuilles, recouverts d'excréments noirs et collants. À l'œil nu, les œufs peuvent ressembler à des grains de poivre noir. Sous les excréments, les œufs sont oblongs, jaunâtres, et ont un bord blanc autour du chapeau d'où sortent les nymphes.</p>
Nymphes	<p>Les nymphes sont principalement noires ou brun foncé avec des projections épineuses élaborées, des appendices pâles, et (sur le dos des nymphes plus âgées) des zones pâles où les ailes se développent (Bender <i>et al.</i> 2007).</p>
Adulte	<p>Les adultes mesurent 2 mm de long et ont une forme oblongue-ovale. Le dessous du corps, la tête, le pronotum (à l'exception du bord antérieur et des extrémités du tiers postérieur), et une barre traversant le tiers basal des élytres, mais n'atteignant que légèrement l'extérieur de la zone discoïdale, sont brun piquant ou noirâtres ; le reste de la surface supérieure est blanc jaunâtre ; les pattes et les antennes sont jaune pâle, les griffes et la moitié apicale du quatrième segment antennaire sont noirâtres. Les élytres dépassent largement l'abdomen, leurs extrémités sont largement arrondies ; et la zone discoïdale est longue, étroite, et non fermée derrière (Mead, 1998).</p>



Figure 89 — Adultes, œufs et nymphes du tigre de l'avocatier  
[\[http://ipm.ucanr.edu/PMG/P/I-HM-PPER-CO.008.html\]](http://ipm.ucanr.edu/PMG/P/I-HM-PPER-CO.008.html)

## IMPACT SUR LE RENDEMENT ET LA QUALITÉ

TYPE D'IMPACT	DESCRIPTION
Impact économique	Les punaises ne se nourrissent pas de fruits. Elles sucent la sève des feuilles, se nourrissant en groupes sur la face inférieure des feuilles. Une colonie de punaises en train de se nourrir provoque de légères taches vert pâle à jaunâtres visibles à la fois sur la partie inférieure et supérieures des feuilles. On ne dispose pas d'informations sur l'impact économique. Mais le fait de se nourrir de feuilles et de les détruire peut interférer avec la photosynthèse et donc réduire le rendement.
Impact environnemental	Minimal

## CONDITIONS FAVORABLES À L'INFESTATION

TYPE	CONDITION FAVORABLE	IMPACT / EXPLICATION
Température	25-30°C	Des températures élevées, jusqu'à 25-30°C, favorisent le développement et la multiplication. Le nuisible a besoin de 21 jours pour compléter son cycle de vie à 30°C et 28 jours à 25°C (Morales <i>et al.</i> 2000).

## LES STADES CONCERNÉS DE LA CULTURE

PÉPINIÈRE	JEUNES ARBRES, PLANTÉS	STADE VÉGÉTATIF	BOURGEONS FLORAUX ET FLORAISON	GROSSISSEMENT DES FRUITS	MATURITÉ DES FRUITS / RÉCOLTE	POST-RÉCOLTE
0	++	+++	0	0	0	0

## ORGANISME DE QUARANTAINE

Absent en Afrique, en Europe seulement présent au Portugal et à Madère, largement répandu en Amérique du Nord, absent en Océanie (CABI, 2021 ; CISR, 2021).

## SYMPTÔMES ET DOMMAGES

Les punaises ne se nourrissent pas de fruits. Elles sucent la sève des feuilles, se nourrissant en groupes sur la face inférieure des feuilles. Une colonie de punaises se nourrissant provoque de légères taches vert pâle à jaunâtres visibles sur les surfaces inférieures et supérieures des feuilles. Des mouchetures noires et brillantes d'excréments apparaissent sur la surface inférieure des feuilles où se trouvent les punaises. Au fur et à mesure que les punaises continuent à se nourrir, de grandes taches mortes brunes ou beiges se développent sur les feuilles. Les feuilles fortement endommagées se dessèchent, peuvent s'enrouler et tomber prématurément (UC-IPM, 2019).

## CONTRÔLE PAR DE BONNES PRATIQUES CULTURALES

ACTION	JUSTIFICATION ET/OU DESCRIPTION	EFFET/IMPACT
<b>CHOIX DE PRÉ-PLANTATION</b>		
/	/	/
<b>PRÉPARATION DE LA PARCELLE (VERGER)</b>		
/	/	/
<b>PLANTATION</b>		
/	/	/
<b>GESTION DU VERGER</b>		
Paillage et drainage approprié	L'avocat ne se plaît pas dans des sols mal drainés et gorgés d'eau	Améliore la santé des plantes et les rend moins sensibles aux parasites
Gestion de l'eau et de la fertilité	Appliquer des quantités appropriées d'irrigation et d'engrais, selon une fréquence appropriée	Les plantes saines sont moins sensibles aux nuisibles
<b>RÉCOLTE ET MANUTENTION POST-RÉCOLTE</b>		
/	/	/

## LUTTE BIOLOGIQUE

### — Par conservation des ennemis naturels

Les prédateurs des punaises sont les larves de chrysopes, les coccinelles, les araignées sauteuses, les thrips prédateurs et les acariens prédateurs. Deux espèces de petites guêpes parasites tuent les œufs du tigre de l'avocatier, à savoir *Oligosita sp.* (*Trichogrammatidae*). Des thrips prédateurs attaquent le tigre de l'avocatier.

Utilisation de « produits chimiques doux » qui ne tuent pas les ennemis naturels du FCM. Des biopesticides et des produits botaniques peuvent également être utilisés le cas échéant.

Utilisation de tiges coupées de *Montanoa bipinnatifida* (Asteraceae) placées dans les plantations infestées pour attirer les coléoptères, qui peuvent ensuite être tués en brûlant les tiges.

### — Par lâcher d'ennemis naturels

Aucune information sur l'élevage en masse et le lâcher d'ennemis naturels pour lutter contre ce nuisible.

## CONTRÔLE PAR DES PRODUITS DE PROTECTION DES PLANTES

---

N'appliquez aucun pesticide lorsque les plants sont stressés par la sécheresse, lorsqu'il y a du vent ou lorsque les températures sont inférieures au point de congélation. Le savon insecticide, l'huile à spectre étroit luttent temporairement contre les punaises si on les pulvérise abondamment pour couvrir la face inférieure des feuilles infestées. Ces produits compatibles IPM ont une très faible toxicité pour l'homme et un impact négatif relativement faible sur les parasites et prédateurs naturels. Évitez les insecticides persistants à large spectre, qui tuent de nombreux ennemis naturels (UC-IPM, 2019).

### UTILISATION DE BIOPESTICIDES

Le champignon bénéfique *Beauveria bassiana* est connu pour lutter contre le tigre de l'avocatier. Appliquez selon les recommandations du fabricant.

### AUTRES STRATÉGIES DE LUTTE

Les stratégies push-pull utilisant le quercivorol et l' $\alpha$ -copaène comme attractifs dans des pièges blancs englués et la verbénone comme dissuasifs sont une stratégie de lutte efficace.

### 6.5.7. PUNAISES

Un grand nombre d'espèces de punaises se nourrissent de cultures tropicales et subtropicales, dont les avocats.

#### NOM SCIENTIFIQUE

*Nezara viridula* Punaise verte puante Statut de nuisible pour l'avocatier : Nuisible mineur

#### CYCLE DE VIE ET BIOLOGIE

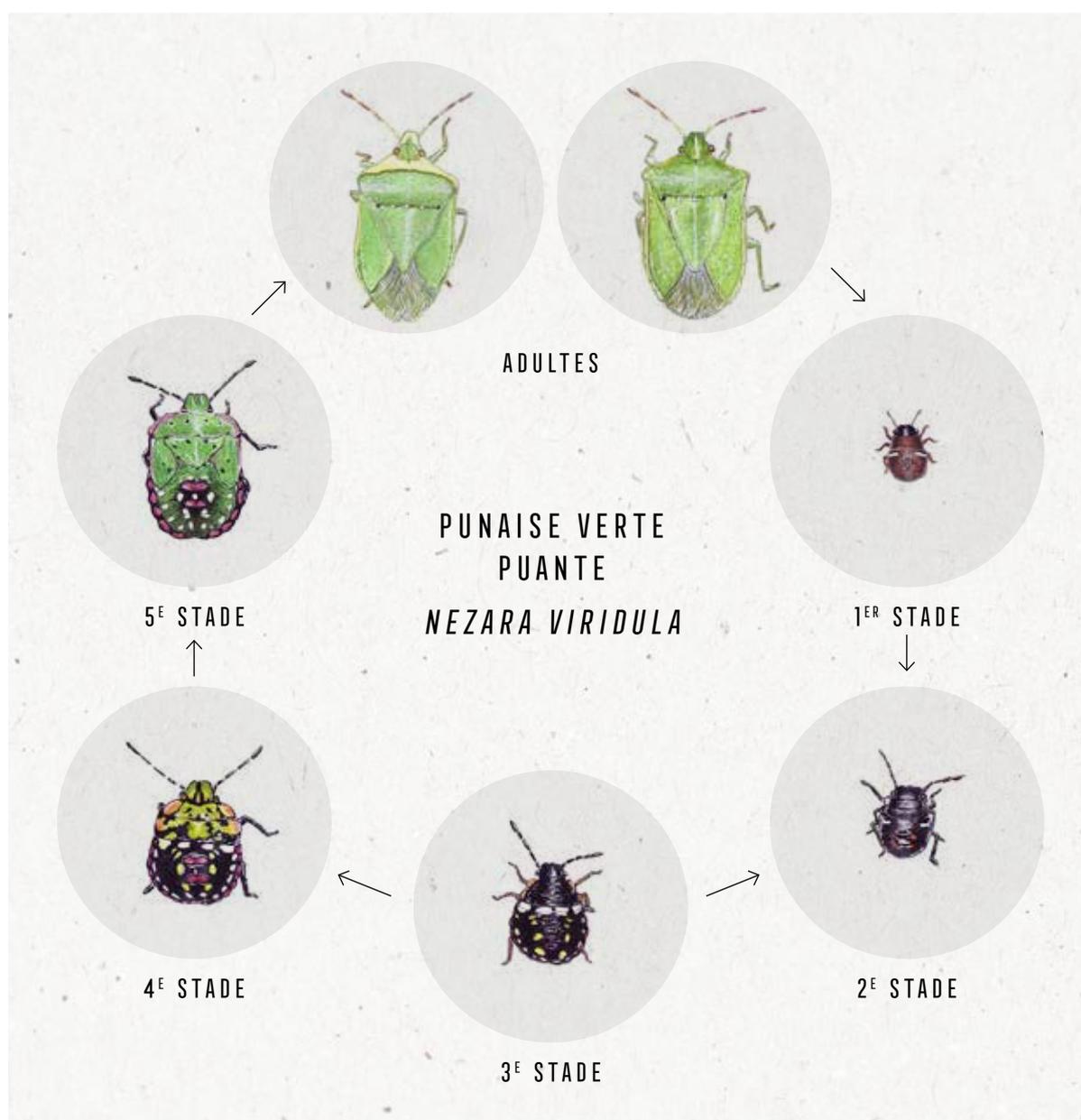


Figure 90 — Cycle de vie de la punaise verte puante (Université de Californie)

ÉTAPE	DESCRIPTION
Œuf	Les œufs sont déposés en masse serrée et monocouche d'environ 60 œufs (fourchette de 30-130). Tous les œufs sont solidement collés les uns aux autres et au substrat, sans aucun espace intermédiaire. Les œufs sont de couleur crème à jaune, légèrement allongés et circulaires vus du dessus. Au fur et à mesure de leur développement, ils deviennent jaune foncé, puis rosés et enfin orange vif. La tête de l'embryon en développement devient visible 3 jours après la ponte, sous la forme d'un croissant rouge.
Nymphes	Les antennes des nymphes ont quatre segments. Les nymphes n'ont pas d'ailes, mais les coussinets alaires sont visibles sur les nymphes de cinquième stade. La couleur des nymphes change progressivement au cours des stades successifs. À l'éclosion, les nymphes sont majoritairement noires. Au cinquième stade, elles prennent une coloration dominante verte. Les stades peuvent être différenciés les uns des autres par des variations de couleur et de taille (Kobayashi, 1959).
Pupes	Pas d'informations.
Adulte	Les adultes de <i>N. viridula</i> sont de grandes punaises à bouclier vert, d'une taille d'environ 15 × 8 mm. Elles sont uniformément vert pomme au-dessus et d'un vert plus pâle en dessous. La couleur verte peut être remplacée par un rouge-brun. Trois petits points blancs sont généralement visibles sur le bord antérieur du scutellum, là où il rejoint le prothorax.



Figure 91 — Œufs de *Nezara viridula*  
[https://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/bean/southern\\_green\\_stink\\_bug.htm](https://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/bean/southern_green_stink_bug.htm)

## IMPACT SUR LE RENDEMENT ET LA QUALITÉ

TYPE D'IMPACT	DESCRIPTION
Impact économique	Les punaises provoquent des pertes importantes dans les avocats. En Afrique du Sud, par exemple, elles ont été la principale cause de dommages aux avocats en 1991, avec jusqu'à 24,57% de dommages aux fruits (Ericksen et Schoeman, 1992).

## CONDITIONS FAVORABLES À L'INFESTATION

TYPE	CONDITION FAVORABLE	IMPACT / EXPLICATION
Température	25°C	Constitue la température optimale pour le meilleur taux de développement et de survie des stades immatures (Ali et Ewiess 1977).
Humidité relative (HR)	40 ± 10%	Raccourcit le temps de développement et augmente la longévité des adultes (Chanthy et. al., 2015).

## LES STADES CONCERNÉS DE LA CULTURE

PÉPINIÈRE	JEUNES ARBRES, PLANTÉS	STADE VÉGÉTATIF	BOURGEONS FLORAUX ET FLORAISON	GROSSISSEMENT DES FRUITS	MATURITÉ DES FRUITS / RÉCOLTE	POST-RÉCOLTE
0	0	0	++	+++	+++	++

## ORGANISME DE QUARANTAINE

Large distribution dans le monde entier.

## SYMPTÔMES ET DOMMAGES

*N. viridula* peut attaquer toutes les parties d'une plante, y compris les tiges et les nervures des feuilles, mais les punaises se nourrissent surtout des structures fruitières et des pousses en croissance. Leurs pièces buccales perforantes et suceuses perforent les tissus végétaux et forment de minuscules taches dures, brunâtres ou noirâtres. L'alimentation retarde la croissance des fruits immatures, que les punaises préfèrent aux fruits trop mûrs, les déforme et provoque leur chute prématurée.

## CONTRÔLE PAR DE BONNES PRATIQUES CULTURALES

ACTION	JUSTIFICATION ET/OU DESCRIPTION	EFFET/IMPACT
<b>CHOIX DE PRÉ-PLANTATION</b>		
/	/	/
<b>PRÉPARATION DE LA PARCELLE (VERGER)</b>		
/	/	/
<b>PLANTATION</b>		
/	/	/
<b>GESTION DU VERGER</b>		
Assainissement	Désherbage, taille, enlèvement des végétaux morts. Cependant, aucun détail concernant l'avocat. Ces informations sont adaptées d'autres plantes hôtes, principalement le soja	Réduit la population par la suppression des matériaux infestés
<b>RÉCOLTE ET MANUTENTION POST-RÉCOLTE</b>		
/	/	/

## LUTTE BIOLOGIQUE

### — Conservation des ennemis naturels

Cela peut être réalisé par une approche intégrée de la gestion en adoptant des pratiques qui ne nuisent pas aux organismes bénéfiques.

### — Introduction et ou lâcher massif

Il existe plusieurs ennemis naturels, par ex. des parasitoïdes des œufs (*Trissolcus basalis*, *Telenomus podisi*, *Ooencyrtus johnsoni*, *O. californicus*, *Trissolcus brochymenae* et *T. urichi*).

On trouve aussi des prédateurs qui s'attaquent à *N. viridula* comme les fourmis, les araignées, mais aucune information sur des études sur l'élevage et le lâcher massif.

### LUTTE CHIMIQUE

#### — Lambda-cyhalothrine (pyréthroïde synthétique)

Mode d'action : insecticide non systémique qui a une action à la fois sur l'estomac et par contact, et des propriétés répulsives. Produit un effet de choc rapide et a une longue activité résiduelle.

Application : appliquez-le tôt le matin ou tard le soir et évitez de pulvériser contre le vent.

#### — Acétamipride + Pyriproxifène

Mode d'action : insecticide à large spectre qui produit un effet de choc et une suppression résiduelle du nuisible.

Application : appliquez en pulvérisation de couverture après la floraison en cas de signes d'infestation.

**Remarque :** opérez une rotation de matières actives ayant des modes d'action différents pour éviter le développement de résistances.

### BIOPESTICIDES ET PRODUITS BOTANIQUES

Même si l'efficacité des extraits de plantes insecticides comme l'azadirachtine est inférieure à celle des insecticides, ils peuvent être incorporés dans les programmes IPM.

### PHÉROMONES

Jusqu'à présent, aucune utilisation pratique n'a été faite des phéromones de *N. viridula*, que ce soit à des fins de surveillance ou de lutte.

### AUTRES MÉTHODES DE LUTTE

---

Utilisation de bordures-pièges d'hôtes préférés tels que *Crotalaria* (rattlepod) pour attirer et retenir les populations de punaises. Les punaises restent généralement sur les plants où les parasites les trouvent facilement. Il est important de ne pas laisser ces bordures sécher avant la lutte.

## 6.5.8. COCHENILLES

### NOM SCIENTIFIQUE

*Hemiberlesia lataniae* (Signoret) (cochenille de palmier) – Nuisible majeur

*Coccus hesperidum* (pour des Hespérides) - Nuisible mineur

### CYCLE DE VIE ET BIOLOGIE

#### 1. *Hemiberlesia lataniae* (Signoret) (cochenille de palmier)

ÉTAPE	DESCRIPTION
Œuf	Les œufs sont de couleur jaune, allongés et mesurent 0,15 mm de long.
Larves	Le premier stade, ou chenille, est de couleur jaunâtre et mesure 0,15 mm de long. La mue intervient après environ 14 jours. Le deuxième stade présente la même couleur que la femelle adulte.
Adulte	Les femelles adultes sont de couleur et de forme variables et mesurent 1 à 2 mm de diamètre. Sur les feuilles, elles sont de couleur grise à blanche, circulaires et convexes ; sur les tiges, elles sont brunes et légèrement convexes. Les exuvies sont subcentrales et jaune-brun (Davidson et Miller, 1990). Les exosquelettes de cochenilles mâles sont de forme ovale et allongée, de couleur similaire à celle des femelles, mais ils ne sont pas toujours présents. Les exuvies sont subterminales et jaunes. Le mâle adulte est un minuscule insecte doté d'une paire d'ailes et sans pièces buccales, et qui vit de 24 à 48 heures.



Figure 92 — Cochenille de palmier ([Invasive.org](http://Invasive.org))

## 2. *Coccus hesperidum* (pou des Hespérides)

ÉTAPE	DESCRIPTION
Œuf	Les poux des Hespérides sont ovovivipares, en ce sens qu'ils produisent de petites larves qui éclosent à partir d'œufs dans la mère. Cinq à 19 œufs sont pondus par jour sur une période de 30-65 jours par la femelle adulte. Chaque femelle pond entre 80 et 250 œufs.
Nymphes	Les jeunes nymphes, nées au sein de la femelle adulte, restent dans son sac d'incubation pendant quelques heures avant de le quitter. Les nymphes du premier stade sont des chenilles dispersives. Les chenilles cherchent jusqu'à ce qu'elles trouvent un endroit approprié pour se nourrir sur la plante, puis elles s'installent. Leurs mouvements sont lents et elles s'installent généralement près de la femelle. La dispersion par le vent peut se produire pendant cette période. Il y a trois mues, soit trois stades nymphaux, avant que la cochenille n'atteigne l'âge adulte.
Adulte	Les femelles adultes sont caractérisées par un grand ovisac contenant des œufs blancs ou des larves de premier stade. La forme générale du corps est symétriquement ovale, en forme de dôme, et d'une longueur de 3 à 4 mm. Elles sont de couleur brun jaunâtre pâle à verdâtre et mouchetées de taches brunes irrégulières. La couleur générale s'assombrit au fur et à mesure du vieillissement de l'insecte. Les mâles n'ont pas été enregistrés pour cette espèce.



Figure 93 — Pou des Hespérides, *Coccus hesperidum* Linnaeus (Homoptera : Coccidae), sur satsuma.  
Photo par Drees. ([http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/Type/c\\_hesper.htm](http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/Type/c_hesper.htm))

## IMPACT SUR LE RENDEMENT ET LA QUALITÉ

TYPE D'IMPACT	DESCRIPTION
Impact économique	Bien qu'il n'existe pas de données sur les pertes de rendement de l'avocatier attribuées à <i>H. lataniae</i> , le nuisible attaque les branches, les feuilles et les fruits d'avocat, et les fruits infestés sont déclassés dans une catégorie de qualité inférieure et peuvent ne pas être acceptés pour l'exportation.
Impact environnemental	Lorsque des pesticides sont utilisés pour lutter contre les nuisibles, il existe un risque de contamination de l'environnement en cas d'utilisation inappropriée.

## CONDITIONS FAVORABLES À L'INFESTATION

TYPE	CONDITION FAVORABLE	IMPACT / EXPLICATION
Température	21-24°C	Soutenir le développement complet du nuisible
Humidité relative (HR)	79%	Convient à la reproduction et au plein développement (McLean, 2014)

## LES STADES CONCERNÉS DE LA CULTURE

PÉPINIÈRE	JEUNES ARBRES, PLANTÉS	STADE VÉGÉTATIF	BOURGEONS FLORAUX ET FLORAISON	GROSSISSEMENT DES FRUITS	MATURITÉ DES FRUITS / RÉCOLTE	POST-RÉCOLTE
0	++	+++	+++	+++	0	0

## ORGANISME DE QUARANTAINE

Ces deux nuisibles sont largement répandus dans le monde.

## SYMPTÔMES ET DOMMAGES

La présence de la cochenille de *Latania* peut être détectée sur les feuilles, les rameaux, les fruits et sous forme de piqûres sur l'écorce des tiges. Cela provoque une irritation de la chair du cultivar d'avocat. Cela se traduit par des nodules adhérent à l'intérieur de la peau avec des dépressions correspondantes dans la chair des fruits mûrs.

Un prélèvement soutenu d'alimentation de la part du pou des Hespérides réduit la vigueur des arbres, tue les rameaux et réduit les rendements. De la moisissure noire se développe sur le miellat excrété et peut affecter la qualité des fruits. Le miellat attire également les fourmis, qui interfèrent dans la lutte biologique contre un certain nombre de nuisibles (<https://texasinsects.tamu.edu/homoptera/brown-soft-scale/>).

## CONTRÔLE PAR DE BONNES PRATIQUES CULTURALES

ACTION	JUSTIFICATION ET/OU DESCRIPTION	EFFET/IMPACT
<b>CHOIX DE PRÉ-PLANTATION</b>		
Utilisez du matériel de plantation propre et non infesté	Évitez l'introduction du nuisible dans des zones où il n'existe pas.	Efficace pour exclure et prévenir l'accumulation de nuisibles.
<b>PRÉPARATION DE LA PARCELLE (VERGER)</b>		
/	/	/
<b>Plantation</b>	Utilisez des variétés résistantes lorsqu'elles sont disponibles.	La résistance des plants est une stratégie de lutte contre les parasites peu coûteuse et écologique.
	Un espacement adéquat.	Les cochenilles se propagent rarement d'une plante à l'autre, à moins que les couronnes des plantes ne se touchent (Beardsley et Gonzalez, 1975).
<b>GESTION DU VERGER</b>		
Taille	Maintenez une canopée végétale claire et évitez les chevauchements de canopée qui permettent la propagation du nuisible.	Au fur et à mesure que les plantes grandissent, la taille maintient l'espacement et permet une couverture maximale lors de l'utilisation d'insecticides <a href="#">Lien</a> .
<b>RÉCOLTE ET MANUTENTION POST-RÉCOLTE</b>		
Utilisation de savons insecticides	Trempage sans frottement dans une solution de savon et de pyréthriinoïde pendant cinq minutes n'est efficace qu'à 70 % contre les adultes et les nymphes (Hansen et. al., 1992).	Il s'agit d'une approche durable et respectueuse de l'environnement qui garantit le contrôle du parasite. Remarque : Cela ne s'applique qu'au matériel de plantation.

## LUTTE BIOLOGIQUE

### — Conservation des ennemis naturels

Les bonnes pratiques agricoles qui incluent la lutte intégrée doivent être utilisées pour promouvoir la multiplication des ennemis naturels qui suppriment le nuisible.

### — Introduction et/ou lâcher massif

En Nouvelle-Zélande, *H. coccophagus* a été introduit, s'est établi et a été utilisé avec succès pour lutter contre la cochenille de *Latania*. *Chilocorus spp.* a également été introduit pour permettre aux acariens prédateurs Hemisarcoptes d'être dispersés par phorésie.

Les coccinelles ont également été introduites pour lutter contre les cochenilles à Hawaii. Certaines d'entre elles, comme la *Telsimia nitida* Chapin, (Coleoptera : Coccinellidae) ont pu s'établir. Les adultes et les larves de ces coléoptères sont carnivores ; ils mangent des insectes à corps mou. Les exosquelettes de cochenille qui semblent mâchés et qui n'ont pas d'insecte en dessous sont des signes que des prédateurs se sont nourris des cochenilles.

Les parasitoïdes larvaires tels que *Aphytis chrysomphali* parasitent les cochenilles de *Latania* (Zimmerman, 1948).

Il existe plus de 30 ennemis naturels connus du pou des Hespérides. Les parasites et hyperparasites (parasites des parasites) sont généralement de petites mouches et guêpes qui déposent leurs œufs dans la cochenille. On connaît des parasites pour tous les stades de développement de la cochenille. Chez certaines espèces, plusieurs parasites peuvent émerger d'une même cochenille. Il s'agit notamment de : *Aphycus alberti* Howard et *Anicetus annulatus*. Les populations de pou des Hespérides sont normalement contrôlées par des ennemis naturels. Dans certains cas, ces cochenilles sont contrôlées par des populations de parasites indigènes. En cas de besoin, le lâcher de parasites d'élevage s'est avéré très efficace. Hart (1972) a signalé que les lâchers de *Microterys flavus* (Howard) dans les vergers d'agrumes du Texas ont donné des périodes de contrôle plus longues que les zones traitées chimiquement.

## UTILISATION DE PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES

### — Acétamipride + Pyriproxifène

Mode d'action : insecticide à large spectre qui produit un effet de choc et une suppression résiduelle du nuisible.

Application : appliquez en pulvérisation de couverture après la floraison en cas de signes d'infestation ou de libération de chenilles. Ne ciblez pas les populations bien établies avec une prédominance d'adultes matures.

### — Buprofézine

Mode d'action : régulateur de croissance qui agit par contact et qui inhibe la mue, entraînant la mort.

Application : appliquez-le en pulvérisation à couverture totale dès l'apparition du nuisible ou juste avant que les chenilles actives de première génération ne commencent à se déplacer.

### — Pyriproxifène

Mode d'action : Il s'agit d'un régulateur de croissance des insectes à large spectre qui inhibe le développement des jeunes insectes jusqu'à leur maturité et qui agit par contact ou par action stomacale.

Application : appliquez-le en pulvérisation de couverture après la floraison en cas de signes d'infestation ou de libération de chenilles. Ne ciblez pas les populations bien établies avec une prédominance d'adultes matures.

Bien qu'il existe des insecticides systémique et de contact permettant de contrôler *H. lataniae* et *C. hesperidum*, il n'est généralement pas nécessaire d'avoir recours à la lutte chimique.

## AUTRES MÉTHODES DE LUTTE

---

### LUTTE CHIMIQUE

Le grattage et le frottage pour enlever les cochenilles des plantes est une tactique de lutte mécanique efficace. L'élimination des cochenilles est particulièrement importante sur le matériel végétal exporté, car une armure intacte est un signe d'infestation par les cochenilles ; les plantes avec une armure peuvent ne pas passer l'inspection de quarantaine ([http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/Type/h\\_latani.htm](http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/Type/h_latani.htm)).

## 6.5.9. ACARIENS

### NOM SCIENTIFIQUE

*Polyphagotarsonemus latus* (tarsonème des serres)

**Statut de nuisible :** Nuisible mineur

### CYCLE DE VIE ET BIOLOGIE

ÉTAPE	DESCRIPTION
Œuf	Les œufs sont incolores, translucides et de forme elliptique. Ils mesurent environ 0,08 mm de long et sont couverts de 29 à 37 tubercules blancs éparés sur la surface supérieure (Danemark 1980, Peña et Campbell 2005, Baker 1997).
Larves	Les jeunes tarsonème des serres n'ont que trois paires de pattes. Ils se déplacent lentement et semblent blanchâtres en raison des minuscules crêtes de leur corps (Peña et Campbell 2005). Au cours de leur croissance, leur taille varie de 0,1 à 0,2 mm de long (Anonyme a). Le stade quiescent se présente comme une larve immobile et engorgée (Baker 1997).
Nymphe	Après un jour, la larve devient une nymphe quiescente, claire et pointue aux deux extrémités. Le stade nymphal dure environ un jour. Les nymphes se trouvent généralement dans les dépressions sur les fruits, bien que les nymphes femelles soient souvent transportées par les mâles (Peña et Campbell 2005).
Adulte	Adultes : Les acariens femelles mesurent environ 0,2 mm de long et ont un contour ovale. Leur corps est gonflé de profil et d'une couleur allant du jaune clair à l'ambre ou au vert, avec une bande médiane claire et indistincte qui bifurque près de l'extrémité arrière du corps. Les mâles sont de couleur similaire, mais n'ont pas de bande. Les deux pattes arrière des femelles adultes sont réduites à des appendices en forme de fouet. Le mâle est plus petit (0,11 mm) et se déplace plus rapidement que la femelle. Les pattes arrière hypertrophiées du mâle sont utilisées pour agripper la nymphe femelle et la placer à angle droit par rapport au corps du mâle pour un accouplement ultérieur (Peña et Campbell 2005) ( <a href="https://entnemdept.ufl.edu/creatures/orn/broad_mite.htm">https://entnemdept.ufl.edu/creatures/orn/broad_mite.htm</a> ).



Figure 94 — Tarsonème des serres (alchetron.com)

## IMPACT SUR LE RENDEMENT ET LA QUALITÉ

TYPE D'IMPACT	DESCRIPTION
Impact économique	La salive toxique de l'acarien provoque une croissance tordue, durcie et déformée à l'extrémité de la plante. Les feuilles se tournent vers le bas et prennent une couleur cuivrée ou violacée. Les entrenœuds se raccourcissent et les bourgeons latéraux se brisent plus que la normale. Les floraisons avortent et la croissance des plantes est retardée lorsque de grandes populations sont présentes (Danemark 1980). Sur les arbres fruitiers, les dommages sont généralement observés sur le côté ombragé du fruit, de sorte qu'il ne soit pas facilement décelables. Les fruits sont décolorés par l'alimentation et dans les cas graves, cela peut provoquer leur chute prématurée. Les fruits gravement endommagés ne sont pas vendables sur le marché du frais, mais peuvent être utilisés pour la transformation.

## CONDITIONS FAVORABLES À L'INFESTATION

TYPE	CONDITION FAVORABLE	IMPACT / EXPLICATION
Température	25°C	Température optimale. La période de développement de l'œuf à l'adulte à 25°C est en moyenne de 4,1 jours pour les mâles et les femelles (CABI, 2021).

## LES STADES CONCERNÉS DE LA CULTURE

PÉPINIÈRE	JEUNES ARBRES, PLANTÉS	STADE VÉGÉTATIF	BOURGEONS FLORAUX ET FLORAISON	GROSSISSEMENT DES FRUITS	MATURITÉ DES FRUITS / RÉCOLTE	POST-RÉCOLTE
++	++	++	+++	++	0	0

## ORGANISME DE QUARANTAINE

Large distribution dans le monde entier

## SYMPTÔMES ET DOMMAGES

Ils peuvent endommager les jeunes tiges des feuilles ou des pousses terminales. Les feuilles tendres endommagées se tordent, ne poussent plus et finissent par mourir. Leur alimentation entraîne la mort des tissus, une décoloration (brunissage), une déformation et un gonflement. Les fruits gravement atteints en cours de nouaison peuvent tomber du plant. Les fruits qui ne tombent pas peuvent être déformés et développer des marques beiges éternelles sur la peau.

## CONTRÔLE PAR DE BONNES PRATIQUES CULTURALES

ACTION	JUSTIFICATION ET/OU DESCRIPTION	EFFET/IMPACT
<b>CHOIX DE PRÉ-PLANTATION</b>		
/	/	/
<b>PRÉPARATION DE LA PARCELLE (VERGER)</b>		
/	/	/
<b>PLANTATION</b>		
/	/	/
<b>GESTION DU VERGER</b>		
Taille	Permettez à la lumière de pénétrer dans le verger	Les tarsonème des serres sont très sensibles à la chaleur, ce qui a pour effet de réduire leur population, en particulier dans les zones bénéficiant d'un ensoleillement adéquat Lien
<b>RÉCOLTE ET MANUTENTION POST-RÉCOLTE</b>		
/	/	/

## LUTTE BIOLOGIQUE

### — Conservation des ennemis naturels

Certains de ses ennemis naturels, dont *Amblyseius ovalis* et *Neoseiulus barkeri* (prédateurs), ont été utilisés avec succès pour lutter contre le nuisible.

Les bonnes pratiques agricoles qui incluent la lutte intégrée doivent être utilisées pour promouvoir la multiplication des ennemis naturels qui suppriment le nuisible.

### — Introduction et/ou lâcher massif

En Chine, *Neoseiulus cucumeris* a été utilisé pour lutter contre le tarsonème des serres, mais pas sur l'avocatier.

## UTILISATION DE PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES

### — Fenpyroximate (acaricide pyrazole et un ester tert-butylique)

Mode d'action : Acaricide/insecticide de contact sans activité systémique. Il agit en inhibant le transport des électrons du complexe I mitochondrial.

Application : appliquez en pulvérisation foliaire tôt le matin ou tard le soir.

### — Pyridabène 20% WP (Pyridazinone (A.I))

Mode d'action : non systémique avec un effet de choc rapide et une activité résiduelle longue. Inhibiteur du transport d'électrons mitochondrial au niveau du complexe I.

Application : appliquez-le en pulvérisation foliaire.

### — Spiromesifen (acide tétronique)-EC

Mode d'action : inhibiteurs non systémique de la synthèse lipidique. Application : appliquez-le en pulvérisation foliaire.

### — Spirotetramat (acide tétramique)-SC

Mode d'action : insecticide à action gastrique, à large spectre, à action prolongée et à translocation rapide, inhibition de la lipogénèse chez les insectes traités.

Application : appliquez-le en pulvérisation foliaire.

### — Abamectine

Mode d'action : c'est insecticide systémique qui agit comme une neurotoxine.

Application : appliquez-le en pulvérisation foliaire dès les premiers signes d'infection et avant une infestation grave.

Gestion des résistances : N'effectuez, si nécessaire, qu'une deuxième application 30 jours plus tard.

### — Savon de potasse

Mode d'action : insecticide de contact à large spectre

Application : appliquez-le en pulvérisation de couverture à l'apparition des nuisibles, sans limite du nombre de pulvérisations par saison.

### — Soufre

Mode d'action : insecticide/fongicide large spectre qui agit par contact et est toxique pour les tétranyques.

Application : les taux d'application varient en fonction du produit.

## 6.5.10. NÉMATODES

### NOM SCIENTIFIQUE

*Pratylenchus vulnus* (anguillule des racines du noyer) - Nuisible majeur

### CYCLE DE VIE ET BIOLOGIE

ÉTAPE	DESCRIPTION
Femelle adulte	La femelle adulte se reconnaît à une ouverture dans la cuticule sur la face ventrale (la vulve) qui se trouve à environ 70-85 % de la longueur du corps en bas de la tête. La queue de la femelle s'effile en cône, mais elle est arrondie à l'extrémité (forme dite « conoïde »).
Mâle adulte	Les mâles <i>Pratylenchus</i> sont généralement légèrement plus petits et plus élancés que les femelles, avec l'absence de la gonade et de la vulve. Les mâles ont une rangée de cellules qui forment le testicule. Les testicules ressemblent aux gonades de la femelle, mais ils se vident au niveau de l'ouverture anale.

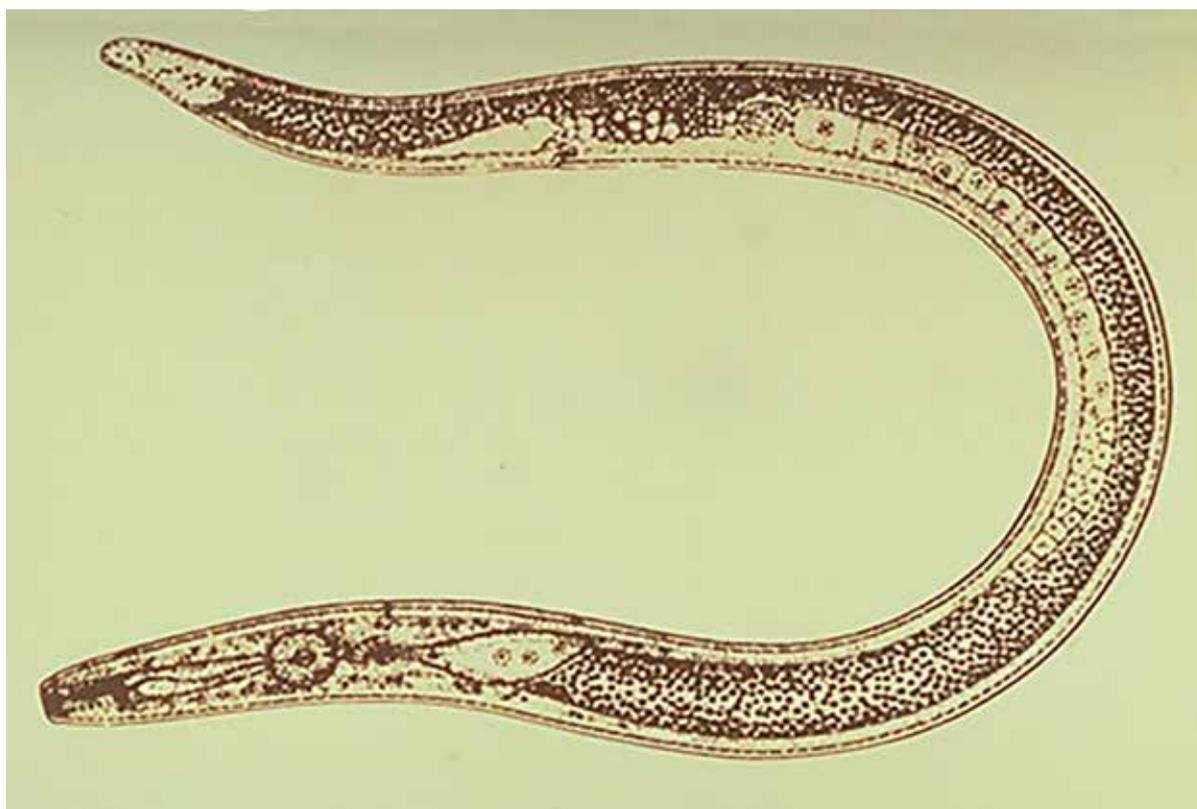


Figure 95 — Anguillule des racines du noyer  
(<https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/nematode/pdlessons/Pages/LesionNematode.aspx>)

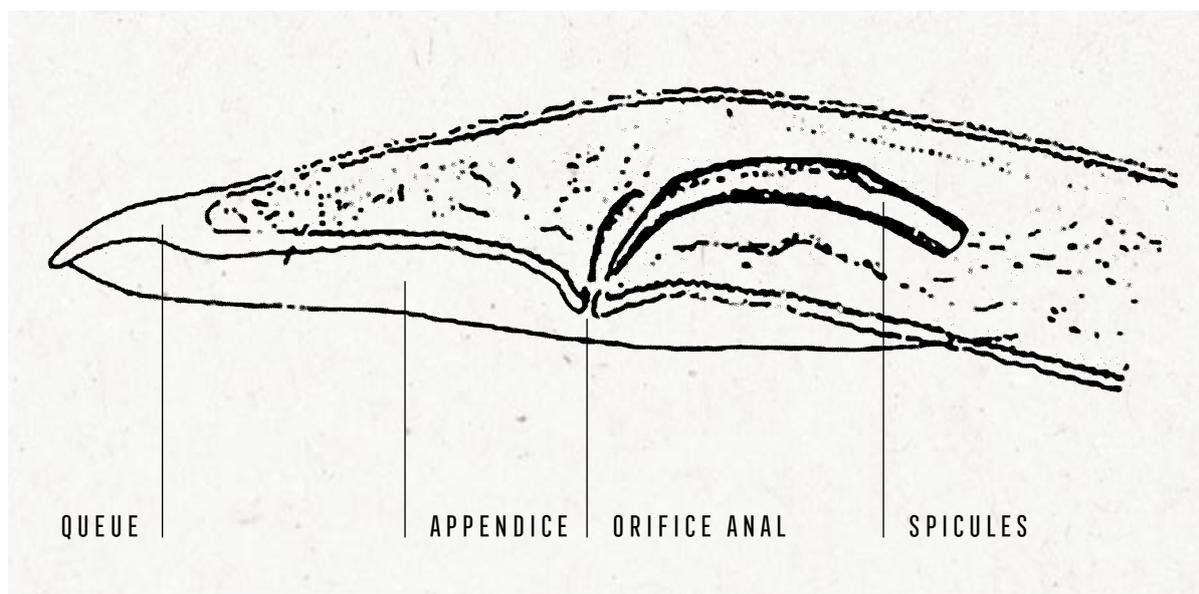


Figure 96 — Illustration de la région de la queue d'un anguillule mâle des racines du noyer  
(Courtesy R. Fortuner)

## IMPACT SUR LE RENDEMENT ET LA QUALITÉ

TYPE D'IMPACT	DESCRIPTION
Impact économique	Bien qu'il n'y ait pas de données sur l'impact du nuisible concernant l'avocatier, <i>P. vulnus</i> peut diminuer la croissance des plantes de 50% ( <a href="https://www.plantwise.org/knowledgebank/datasheet/43904">https://www.plantwise.org/knowledgebank/datasheet/43904</a> )
Impact environnemental	Les nématicides utilisés pour lutter contre les nématodes sont généralement persistants dans le sol et peuvent contaminer les eaux souterraines et de surface.
Impact sur la biodiversité	Les nématicides, lorsqu'ils sont utilisés, peuvent tuer les microbes et les organismes du sol bénéfiques non ciblés, altérant ainsi l'écosystème.
Impact social	Lorsque les nématicides ne sont pas manipulés correctement, les utilisateurs s'exposent à des risques sanitaires.

## CONDITIONS FAVORABLES À L'INFESTATION

TYPE	CONDITION FAVORABLE	IMPACT / EXPLICATION
Température	26°C	Température optimale pour la reproduction et le développement.
Précipitations	Pas d'informations publiées.	Les fortes pluies suppriment les nématodes en réduisant les niveaux d'oxygène dans le sol par le remplissage des pores d'air par de l'eau.

## LES STADES CONCERNÉS DE LA CULTURE

PÉPINIÈRE	JEUNES ARBRES, PLANTÉS	STADE VÉGÉTATIF	BOURGEONS FLORAUX ET FLORAISON	GROSSISSEMENT DES FRUITS	MATURITÉ DES FRUITS / RÉCOLTE	POST-RÉCOLTE
+++	+++	+++	0	0	0	0

## ORGANISME DE QUARANTAINE

Présent dans de nombreux pays d'Afrique, d'Europe et d'Océanie.

## SYMPTÔMES ET DOMMAGES

En tant qu'endoparasite des racines, *P. vulnus* forme des lésions de couleur sombre sur les surfaces des racines, d'abord sous la forme de petites fissures dans l'écorce, puis s'étendant parallèlement au grand axe de la racine et autour de la racine pour affecter de grandes surfaces, parfois en annelant et en tuant la racine (Corbett, 1974).

## CONTRÔLE PAR DE BONNES PRATIQUES CULTURALES

ACTION	JUSTIFICATION ET/OU DESCRIPTION	EFFET/IMPACT
<b>CHOIX DE PRÉ-PLANTATION</b>		
Utilisation de matériel de plantation propre	Supprimez les nématodes du matériel de plantation.	C'est l'une des stratégies de gestion les plus efficaces.
Plantation dans des sols non infestés (pépinière)	Éviter l'introduction dans les sols propres.	Efficace dans la gestion des nématodes.
<b>CHOIX DE PRÉ-PLANTATION</b>		
/		
<b>PLANTATION</b>		
Observation	Inspecter le semis pour vérifier la présence de nématodes et effectuer une analyse du sol.	Fournit un contrôle efficace à long terme des nématodes.
Utilisation de variétés résistantes lorsqu'elles sont disponibles	Les variétés résistantes sont moins endommagées et leur rendement n'est pas sensiblement réduit.	Elle est efficace, son utilisation ne requiert aucune compétence et elle est écologiquement durable.

ACTION	JUSTIFICATION ET/OU DESCRIPTION	EFFET/IMPACT
<b>GESTION DU VERGER</b>		
Fertilité et gestion de l'eau	Appliquez des amendements organiques au sol, comme le fumier de ferme ou le fumier organique, plutôt que des engrais organiques.	Les cultures saines sont capables de tolérer une infestation de nématodes sans baisse de rendement. Certains amendements organiques du sol sont connus pour avoir des composés qui sont antagonistes aux nématodes.
<b>RÉCOLTE ET MANUTENTION POST-RÉCOLTE</b>		
/		

## UTILISATION DE PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES

### LUTTE CHIMIQUE

#### — Dazomet

Mode d'action : le dazomet se transforme en isothiocyanate de méthyle (MITC) gazeux qui se diffuse dans les pores du sol pour le stériliser.

Application : appliquez-le en fumigation du sol pré-plantation. La concentration peut aller de 500Kg/ha dans des profondeurs de sol de 20–30 cm, selon le stade de la culture et étalonnage de l'équipement. Suivez les instructions d'utilisation figurant sur l'étiquette.

### BIOPESTICIDES

#### — *Verticillium fungus*

Appliquez-le sous forme de trempage (solution) contre les nématodes.

## 6.6. MALADIES FONGIQUES DE L'AVOCAT

### 6.6.1. ANTHRACNOSE

#### NOM SCIENTIFIQUE

---

Le champignon *Colletotrichum gleosporioides* est l'agent pathogène.

#### CYCLE DE VIE ET BIOLOGIE

---

ÉTAPE	DESCRIPTION
Sources d'inoculum	Matériaux végétaux et débris infectés.
Infection	L'infection a lieu lorsque le fruit est encore très jeune et le champignon reste en sommeil jusqu'à ce que le fruit mûrisse.
Développement, sporulation	Un temps frais et humide favorise son développement, et la température optimale pour la croissance continue des spores se situe entre 23-29°C, mais le champignon peut survivre à des températures aussi basses que 4°C. La germination des spores, la dispersion et l'infection nécessitent des humidités relatives proches de 100%.
Dissémination	Le champignon se propage par les éclaboussures d'eau. Pluie, vent.

#### DESCRIPTION/IDENTIFICATION

---

La maladie est principalement un problème post-récolte lorsque les fruits sont au stade de la maturité. L'infection a lieu lorsque le fruit est encore très jeune et le champignon reste en sommeil jusqu'à ce que le fruit mûrisse. La maladie apparaît sous la forme de taches déprimées sur le fruit et ces taches se manifestent par une pourriture qui peut pénétrer profondément dans la chair. Par temps humide, les taches peuvent être recouvertes d'une masse de spores fongiques gluantes, rose saumon. La maladie peut se développer très rapidement lorsque conditions de stockage sont humides et chaudes.

#### AUTRES PLANTES HÔTES

---

Bananes, haricots, noix de cajou, manioc, agrumes, coton, niébé, concombre, aubergine, haricot vert, mangue, oignon, pois, poivron, citrouille, sorgho, soja, épinard, canne à sucre, tomate, pastèque, blé, igname, courgette.

## LES STADES CONCERNÉS DE LA CULTURE

PÉPINIÈRE	JEUNES ARBRES, PLANTÉS	STADE VÉGÉTATIF	BOURGEONS FLORAUX ET FLORAISON	GROSSISSEMENT DES FRUITS	MATURITÉ DES FRUITS / RÉCOLTE	POST-RÉCOLTE
+	+	++	+++	++	+++	+++

## SYMPTÔMES ET DOMMAGES

BRANCHE/TIGE	CHANCRES
Feuille	petites taches irrégulières de couleur jaune, marron, marron foncé ou noire. Les taches peuvent s'étendre et fusionner pour couvrir l'ensemble de la zone affectée. La couleur de la partie infectée s'assombrit en vieillissant.
Fruit	de petites taches circulaires, imbibées d'eau, enfoncées, dont la taille peut croître jusqu'à 1 cm de diamètre. En vieillissant, le centre d'une tache ancienne devient noirâtre et émet des masses de spores roses gélatineuses ( <a href="https://infonet-biovision.org/PlantHealth/Pests/Anthracnose">https://infonet-biovision.org/PlantHealth/Pests/Anthracnose</a> ).

## IMPACT SUR LE RENDEMENT ET LA QUALITÉ

TYPE D'IMPACT	DESCRIPTION
Économie	Il provoque de lourdes pertes d'avocats, tant dans le champ qu'après la récolte. On a enregistré des pertes allant jusqu'à 60% (Wasilwa, Njuguna et Okoko, 2004).

## ORGANISME DE QUARANTAINE

Large distribution dans le monde entier.

## CONDITIONS FAVORABLES À L'INFESTATION

TYPE	CONDITION FAVORABLE	IMPACT / EXPLICATION
Température	23-29°C, mais le champignon peut survivre à des températures aussi basses que 4°C.	Convient à la sporulation et au développement de la maladie.
Humidité relative (HR)	100%	Convient pour la germination des spores, la dispersion et l'infection.

## SURVEILLANCE

Surveillez les arbres chaque semaine pendant la saison des pluies pour détecter les symptômes de la maladie. La maladie préfère les conditions humides et les symptômes peuvent se développer sur les fleurs, les fruits, les feuilles, les rameaux ou les branches. L'antracnose est plus grave sur les fruits mûrs et peut se développer après la récolte. Lorsque les jeunes fruits sont infectés, cela peut provoquer leur chute. Vérifiez que les fruits ne présentent pas de petites taches circulaires de couleur marron clair. Ces dernières grossissent et prennent une couleur marron/noire. Les lésions sont enfoncées et, dans des conditions humides, produisent une masse rose/orange de spores. Les symptômes sont difficiles à voir sur les fruits « Haas » mûrs en raison de la couleur sombre de leur peau. Sur les feuilles, les symptômes ne sont pas fréquents, mais soyez attentif aux petites taches noires (CABI, 2021).

## CONTRÔLE PAR DE BONNES PRATIQUES CULTURALES

ACTION	JUSTIFICATION ET/OU DESCRIPTION	EFFET/IMPACT
<b>CHOIX DE PRÉ-PLANTATION</b>		
Ramassez et détruisez les débris végétaux	Ils sont des sources d'inoculum	Peut réduire les niveaux d'infection
Utilisez des semis certifiés	Cela permet d'éviter les maladies	
<b>PRÉPARATION DE LA PARCELLE (VERGER)</b>		
Assainissement des champs	Enlèvement des débris végétaux, des fruits et autres matières végétales mortes et désherbage	Réduisez l'inoculum fongique

ACTION	JUSTIFICATION ET/OU DESCRIPTION	EFFET/IMPACT
<b>PLANTATION</b>		
Utilisation de variétés résistantes lorsqu'elles sont disponibles	Elles sont moins sensibles aux nuisibles	Réduction du coût de production puisque moins de produits chimiques seront utilisés. Accroît la marge bénéficiaire pour les agriculteurs. Ne nécessite pas de formation/compétences particulières
<b>Gestion du verger</b>		
Assainissement des champs	Enlèvement des débris végétaux, des fruits et autres matières végétales mortes	Réduisez l'inoculum fongique
<b>Récolte et manutention post-récolte</b>		
/	/	/

## CONTRÔLE PAR DES PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES

### LUTTE CHIMIQUE

Un certain nombre de fongicides sont utilisés dans la lutte contre la maladie :

— **Prochloraz (substance active - imidazole)**

Mode d'action : large spectre avec des propriétés protectrices et éradicatrices qui perturbent la fonction membranaire.

Application : appliquez-le comme pulvérisation foliaire tôt le matin ou tard le soir et/ou comme traitement post-récolte (généralement trempage).

— **Hydroxyde de cuivre (II) (également connu sous le nom de : hydroxyde cuivrique ; dihydroxyde de cuivre)**

Mode d'action : le cuivre absorbé perturbe les systèmes enzymatiques des agents pathogènes. Il a une activité multisite.

Application : appliquez-le en couverture foliaire tôt le matin ou tard le soir à un taux qui peut varier autour de 1,2 kg/ha selon le stade de la culture et l'écalonnage de l'équipement.

— **Metiram (Carbamate)**

Mode d'action : à large spectre, non systémique, avec une action protectrice et une activité multisite.

Application : appliquez-le en couverture foliaire.

### — Azadirachtine

Mode d'action : fongicide à large spectre qui combine une action préventive et curative.

Application : pour la prévention des maladies, l'extrait d'huile de neem doit être appliqué selon un calendrier de 7 à 14 jours jusqu'à ce que le potentiel de développement de la maladie soit éliminé. Une couverture complète des tissus végétaux est nécessaire pour le contrôle. Quoi qu'il en soit, il faut suivre les instructions figurant sur l'étiquette, mais un schéma d'application courant peut être le suivant : pour lutter contre une maladie déjà présente, appliquez selon un calendrier de 7 jours jusqu'à ce que la pression de la maladie soit éliminée, puis continuez selon un calendrier de 14 jours pour empêcher la réapparition de la maladie.

### — Azoxystrobine

Mode d'action : fongicide systémique à large spectre qui combine une action curative, translaminaire et préventive.

Application : la première application doit être faite lorsque les fruits ont approximativement la taille d'un œuf de pigeon (nouaison précoce). Poursuivez par des applications d'un fongicide agréé d'un groupe chimique différent. Appliquez-le en pulvérisation foliaire.

Gestion des résistances : Vous ne devez pas dépasser 3 applications en 1 saison. N'utilisez pas de manière curative et n'entamez pas de programme de lutte contre la maladie avec l'azoxystrobine. Utilisation dans le cadre d'une stratégie de gestion intégrée des cultures comprenant d'autres méthodes de lutte, y compris, le cas échéant, d'autres fongicides ayant un mode d'action différent (ex : fludioxonil, triazoles, etc.).

### — Fludioxonil

Mode d'action : le fludioxonil est un fongicide à large spectre, non systémique, avec une longue activité résiduelle. Combiné avec l'azoxystrobine, il peut être utilisé comme protecteur et traitement post-récolte.

Application : appliquer par trempage, arrosage ou pulvérisation à la fin de la récolte. Assurez-vous que les fruits sont immergés dans le bain ou exposés à la solution pendant au moins 30 secondes et jusqu'à 60 secondes.

Gestion des résistances : Ne l'appliquez pas en combinaison avec l'azoxystrobine sur les avocats si un fongicide du groupe 11 a été la dernière application pré-récolte.

### — Cyprodinil-fludioxonil

Mode d'action : fongicide à large spectre

Application : première application au début de la floraison et répétition à intervalles de 7 à 10 jours si les conditions restent favorables au développement de la maladie. Suivez toujours les instructions d'utilisation figurant sur l'étiquette.

Gestion des résistances : alternez après deux applications avec un autre fongicide ayant un mode d'action différent pour deux applications. Ne dépassez pas 4 applications par an.

#### — Fluopyram + trifloxystrobine

Mode d'action : le flupyram est un fongicide à large spectre, doté de propriétés préventives systémiques et curatives. La trifloxystrobine est également un fongicide systémique à large spectre doté de propriétés protectrices et curatives.

Application : commencez les applications dès que le développement de la culture a atteint les stades sensibles à l'apparition des infections de la maladie.

Gestion des résistances : Appliquez dans un programme fongicide préventif, incorporant des fongicides de différents groupes de mode d'action. Les intervalles entre les applications de fongicides doivent généralement être de 14 à 21 jours, mais doivent être adaptés aux conditions locales, aux maladies et aux conditions météorologiques et selon les instructions de l'étiquette.

#### — Fluopyram + tébuconazole

Mode d'action : le flupyram est un fongicide systémique à large spectre, doté de propriétés préventives et curatives, qui agit en bloquant la production d'énergie. Le tébuconazole est également un fongicide à large spectre qui agit en interférant avec la paroi cellulaire des champignons, inhibant ainsi leur reproduction.

Application : appliquez-le dans le cadre d'un programme fongicide régulier, en alternance avec des fongicides d'un groupe de modes d'action chimique différent. Les intervalles entre les applications doivent être de 14 à 21 jours. Suivez toujours les instructions d'utilisation figurant sur l'étiquette.

**Note :** il est intéressant d'alterner les ingrédients actifs ayant des modes d'action différents afin d'éviter le développement de la résistance.

### Agents de biocontrôle

- *Trichoderma longibrachiatum*, *T. harzianum* et *T. viride* sont connus pour contrôler l'antracnose. Ils agissent par mycoparasitisme. Ils n'ont aucune phytotoxicité sur les cultures lors de leur application.
- *Bacillus amyloliquefaciens* (souche QST 713) peut être utilisé de manière préventive pour la gestion de l'antracnose. L'application doit commencer dès que les stades sensibles aux infections par l'antracnose ont été atteints. Les applications de *Bacillus amyloliquefaciens* (souche QST 713) peuvent être alternées avec d'autres fongicides agréés et des applications répétées peuvent être faites tous les 7-21 jours. Utilisez l'intervalle le plus court lorsque les conditions sont très favorables à l'infection. Reportez-vous toujours aux instructions figurant sur l'étiquette avant utilisation.
- *Bacillus subtilis*

## 6.6.2. POURRITURE DU FRUIT

### NOM SCIENTIFIQUE

Le champignon (*Dothiorella*) est l'agent pathogène.

### CYCLE DE VIE ET BIOLOGIE

ÉTAPE	DESCRIPTION
Sources d'inoculum	Matériaux végétaux infectés.
Infection	Se produit post-récolte
Développement, sporulation	La pourriture des fruits de <i>Dothiorella</i> n'apparaît pas lorsque le fruit est encore sur l'arbre, mais se développe après que le fruit a été cueilli et commence à ramollir.
Dissémination	Ces agents pathogènes se propagent par des spores soufflées par le vent ou projetées par l'eau, produites dans ou sur des chancres, des rameaux et branches mortes, ainsi que des fruits et des feuilles mourants. Les spores infectent par les blessures et les lenticelles (minuscules ouvertures naturelles) sur les fruits.

### DESCRIPTION/IDENTIFICATION

Les dommages causés par la pourriture de l'avocat ressemblent beaucoup à ceux de l'antracnose et les fruits endommagés par ces pathogènes sont généralement éliminés et regroupés dans le centre de conditionnement. L'antracnose produit une sporulation rose à la surface du fruit, ce qui contraste avec le mycélium grisâtre de la pourriture de l'avocat.

### LES STADES CONCERNÉS DE LA CULTURE

PÉPINIÈRE	JEUNES ARBRES, PLANTÉS	STADE VÉGÉTATIF	BOURGEONS FLORAUX ET FLORAISON	GROSSISSEMENT DES FRUITS	MATURITÉ DES FRUITS / RÉCOLTE	POST-RÉCOLTE
0	0	0	++	++	+++	+++

## SYMPTÔMES ET DOMMAGES

---

POUSSE	RAMEAUX MORTS
Branche/tige	Branches mortes.
Feuille	Feuilles mortes.
Fruit	De petites taches brun violacé apparaissent sur n'importe quelle partie du fruit, mais plus souvent à l'extrémité de la tige. Ces taches s'agrandissent progressivement et peuvent recouvrir toute la surface du fruit. La chair est envahie par le champignon, se décolore et développe une odeur nauséabonde. Cette maladie est un problème post-récolte occasionnel, mais mineur des avocats.

## IMPACT SUR LE RENDEMENT ET LA QUALITÉ

---

TYPE D'IMPACT	DESCRIPTION
Économie	Il s'agit d'une maladie mineure de l'avocatier et son impact économique est minime.

## ORGANISME DE QUARANTAINE

---

Large distribution dans le monde entier.

## CONDITIONS FAVORABLES À L'INFESTATION

---

TYPE	CONDITION FAVORABLE	IMPACT / EXPLICATION
Température	Températures fraîches.	Cette maladie est moins importante dans les climats secs.
Humidité relative (HR)	Conditions d'humidité élevée.	Les champignons préfèrent généralement l'humidité.

## SURVEILLANCE

---

Recherchez de petites décolorations ou lésions irrégulières de couleur brune à rougeâtre sur la peau. Sous la peau, on peut observer des stries brunes dans le sens de la longueur de la chair, car la pourriture se propage initialement le long des faisceaux vasculaires du fruit.

## CONTRÔLE PAR DE BONNES PRATIQUES CULTURALES

ACTION	JUSTIFICATION ET/OU DESCRIPTION	EFFET/IMPACT
<b>CHOIX DE PRÉ-PLANTATION</b>		
Ramassez et détruisez les débris végétaux	Ils sont des sources d'inoculum.	Peut réduire les niveaux d'infection.
<b>PRÉPARATION DE LA PARCELLE (VERGER)</b>		
Assainissement des champs	Enlèvement des débris végétaux, des fruits et autres matières végétales mortes et désherbage.	Réduisez l'inoculum fongique.
<b>PLANTATION</b>		
/	/	/
<b>GESTION DU VERGER</b>		
Assainissement des champs	Enlèvement des débris végétaux, des fruits et autres matières végétales mortes.	Réduisez l'inoculum fongique.
Taille		
<b>RÉCOLTE ET MANUTENTION POST-RÉCOLTE</b>		
/	/	/

Remarque : Appliquez les mêmes stratégies de gestion que pour l'antracnose (UC IPM, 2016)

### 6.6.3. POURRITURE PHYTOPHTORÉENNE DES RACINES

#### NOM SCIENTIFIQUE

Le champignon *Phytophthora cinnamomi* est l'agent pathogène.

#### CYCLE DE VIE ET BIOLOGIE

ÉTAPE	DESCRIPTION
Sources d'inoculum	Les sources d'inoculum sont des matériaux végétaux infestés.
Infection	<i>P. cinnamomi</i> est un pathogène terricole.
Développement, sporulation	Les spores infectieuses se déplacent via l'eau et le sol et atteignent les tissus des racines où l'infection se produit.
Dissémination	La propagation initiale à longue distance a probablement eu lieu sur des plants de pépinière infectées. La propagation à longue distance se fait par le mouvement du sol. La propagation à courte distance se fait également par les zoospores dans les eaux de drainage, d'infiltration et d'irrigation.

#### DESCRIPTION/IDENTIFICATION

Maladie majeure de l'avocat. Le *Phytophthora cinnamomi* est une moisissure aqueuse terricole qui produit une infection provoquant chez les plantes une affection diversement appelée « pourriture des racines », « dépérissement » ou (chez certaines espèces de *Castanea*), « maladie de l'encre ». Le pathogène de la plante est l'une des espèces les plus invasives au monde.

#### AUTRES PLANTES HÔTES

On dénombre plus de 1000 espèces hôtes.

#### LES STADES CONCERNÉS DE LA CULTURE

PÉPINIÈRE	JEUNES ARBRES, PLANTÉS	STADE VÉGÉTATIF	BOURGEONS FLORAUX ET FLORAISON	GROSSISSEMENT DES FRUITS	MATURITÉ DES FRUITS / RÉCOLTE	POST-RÉCOLTE
+++	+++	++	0	0	0	0

## SYMPTÔMES ET DOMMAGES

Racine	<i>Phytophthora cinnamomi</i> provoque une pourriture des racines nourricières fines, et des chancres racinaires chez certaines espèces, entraînant le dépérissement et la mort des plantes hôtes.
Branche/tige	Chancre des tiges.
Fruit	Baisse de rendement, diminution de la taille des fruits, exsudation de gomme.

## IMPACT SUR LE RENDEMENT ET LA QUALITÉ

TYPE D'IMPACT	DESCRIPTION
Économie	Élevé. Provoque d'importantes pertes de rendement de l'avocatier.
Environnement	Le <i>Phytophthora cinnamomic</i> est associé à la mort généralisée des plantes indigènes. Il en résulte des changements dans la structure de la végétation.
Social	Outre la valeur sociale de la flore et de la faune indigènes menacées par <i>P. cinnamomi</i> pour le paysage et le tourisme, l'accès aux zones d'infection ou à risque peut être limité et des mesures d'hygiène imposées pour réduire la propagation de l'agent pathogène par l'homme.

## ORGANISME DE QUARANTAINE

Large distribution dans le monde entier.

## CONDITIONS FAVORABLES À L'INFESTATION

TYPE	CONDITION FAVORABLE	IMPACT / EXPLICATION
Température	Optimum 20–32,5°C ; maximum 30–36°C.	Signalé à l'origine principalement dans les pays tropicaux et subtropicaux, il peut apparemment survivre et se développer dans des pays plus frais, et ne semble pas être manifestement limité par la saison de croissance ou les températures hivernales.
pH	5,5	PH optimal du sol pour la croissance et la survie de l'agent pathogène.

## SURVEILLANCE

*Phytophthora cinnamomi* est principalement un pathogène des racines des espèces ligneuses et provoque la pourriture des racines nourricières fines, ce qui entraîne la mort des plantes hôtes. Les racines plus grosses ne sont qu'occasionnellement attaquées. La pourriture peut s'étendre à la base de la tige avec des lésions brunes se formant dans le bois, un symptôme que l'on peut voir en décollant l'écorce. Le feuillage devient chlorotique et flétri et, selon la gravité de la pourriture des racines, il dépérit. *P. cinnamomi* occasionne également des chancres de la tige qui entraînent souvent la mort soudaine des arbres (CABI, 2021).

## CONTRÔLE PAR DE BONNES PRATIQUES CULTURALES

ACTION	JUSTIFICATION ET/OU DESCRIPTION	EFFET/IMPACT
<b>CHOIX DE PRÉ-PLANTATION</b>		
Utilisation de semis propres et certifiés	Empêche l'introduction de l'agent pathogène.	Le fait d'éviter l'agent pathogène dans les zones où il n'est pas présent est une stratégie de gestion efficace.
Solarisation du sol	La solarisation du sol contrôle également <i>P. cinnamomi</i> sur les jeunes plants d'avocatier.	Réduit l'inoculum pathogène.
<b>PRÉPARATION DE LA PARCELLE (VERGER)</b>		
/	/	/
<b>PLANTATION</b>		
Utilisation de sols sablonneux bien drainés avec un faible pH (4)	Suppression de l'agent pathogène.	Ralentit la multiplication et la propagation.
<b>GESTION DU VERGER</b>		
Assainissement des champs, y compris l'éradication et la destruction des plants infectés		
<b>RÉCOLTE ET MANUTENTION POST-RÉCOLTE</b>		
/	/	/

## LUTTE BIOLOGIQUE

Il existe de nombreux micro-organismes qui inhibent *P. cinnamomi* par parasitisme, antibiose et compétition. Bien qu'aucun de ces micro-organismes n'ait encore fourni un contrôle économique, il y a de plus en plus de preuves que ces organismes jouent un rôle important dans la suppression naturelle de *P. cinnamomi* dans certains sols. Par exemple, les paillis bioenrichis (Costa *et al.* 1996) et les applications répétées de la bactérie *Pseudomonas putida* (Yang *et al.* 2001) ont supprimé l'infection de *P. cinnamomi* sur les racines d'avocatier.

## CONTRÔLE PAR DES PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES

---

### — Fosetyl (Organophosphate)

Mode d'action : Fongicide du groupe U : systémique, absorbé par les feuilles et les racines. Application : appliquez-le par arrosage du sol, en pulvérisation foliaire ou injection dans le tronc.

Gestion des résistances : Toute population fongique peut contenir des individus naturellement résistants au fosétyl-aluminium et à d'autres fongicides du groupe U. Une perte progressive ou totale du contrôle des parasites peut se produire si ces fongicides sont utilisés de manière répétée. Pour retarder la résistance aux fongicides, alternez l'utilisation de fosétyl-Aluminium ou d'autres fongicides U avec des groupes différents qui contrôlent les mêmes pathogènes.

### — Metalaxyl (substance active de la phénylamide)

Mode d'action : systémique avec une action curative et protectrice, agit en supprimant la formation sporangiale, la croissance mycélienne et l'établissement de nouvelles infections. Perturbe la synthèse des acides nucléiques fongiques - ARN polymérase 1.

Application : appliquez-le comme fongicide systémique granulaire au moment de la plantation et répétez l'opération 8 à 12 semaines plus tard. Incorporez dans le sol par le travail du sol ou l'arrosage. Reportez-vous toujours aux instructions figurant sur l'étiquette avant utilisation.

## — Méfénoxam

Mode d'action : fongicide systémique à large spectre, doté de propriétés protectrices et curatives, et qui est absorbé par les racines, les tiges et les feuilles.

Application : il doit être appliqué uniformément sous forme de trempage du sol dans la zone d'égouttement de l'arbre. Irrigation légère. Les applications doivent être effectuées deux fois par saison. La première application doit coïncider avec la nouvelle croissance, généralement peu avant le début de la saison des pluies, et la seconde 16 à 20 semaines plus tard. Reportez-vous toujours aux instructions figurant sur l'étiquette avant utilisation.

Note : il est intéressant d'alterner les ingrédients actifs ayant des modes d'action différents afin d'éviter le développement de la résistance.

## AUTRES MESURES DE LUTTE

---

Résistance de la plante hôte : L'utilisation de la résistance de la plante hôte, lorsqu'il existe des cultivars résistants, est bon marché, respectueuse de l'environnement et ne nécessite pas de compétences. Certains porte-greffes d'avocat présentent également une tolérance (Kotze et Darvas, 1983).

## 6.6.4. FLÉTRISSURE VERTICILLIENNE DE LA LUZERNE

### NOM SCIENTIFIQUE

---

Le champignon (*Verticillium albo-atrum*) est l'agent pathogène.

### CYCLE DE VIE ET BIOLOGIE

---

ÉTAPE	DESCRIPTION
Sources d'inoculum	Matériaux végétaux et débris infectés.
Infection	Le champignon pénètre dans les tissus d'un hôte sensible et, dans certains cas, l'infection devient systémique tandis que d'autres semblent être des infections localisées. Le champignon peut survivre dans le sol pendant plusieurs années en produisant des structures de repos.
Développement, sporulation	Les conidies qui deviennent systémiques pénètrent dans le tissu végétal et occupent les vaisseaux du xylème où les conidies sont produites. La colonisation vasculaire se produit alors lorsque les conidies se déplacent dans les vaisseaux du xylème de la plante avec de l'eau.
Dissémination	Les conidies de <i>V. albo-atrum</i> se forment abondamment sur les parties sénescentes ou nécrotiques des plantes et sont capables de parcourir de grandes distances dans l'air. La propagation de la maladie résulte généralement de la dissémination de débris végétaux infectés par des organismes naturels ou dans les processus de culture, de récolte, etc. L'agent pathogène peut être transféré dans des boutures, etc. propagées dans des sols infestés.

### DESCRIPTION/IDENTIFICATION

---

*Verticillium albo-atrum* est un agent pathogène du sol appartenant à la classe des Deutéromycètes

(Champignons imparfaits ; pas de stade sexuel connu).

### AUTRES PLANTES HÔTES

---

*V. albo-atrum* a un spectre d'hôtes limité.

## LES STADES CONCERNÉS DE LA CULTURE

PÉPINIÈRE	JEUNES ARBRES, PLANTÉS	STADE VÉGÉTATIF	BOURGEONS FLORAUX ET FLORAISON	GROSSISSEMENT DES FRUITS	MATURITÉ DES FRUITS / RÉCOLTE	POST-RÉCOLTE
+	+++	+++	+++	0	0	0

## ORGANISME DE QUARANTAINE

Large distribution dans le monde entier.

## SYMPTÔMES ET DOMMAGES

Branche/tige	En coupant le pédoncule horizontalement, on observe une légère décoloration des vaisseaux, brune ou verdâtre, mais beaucoup moins nette que la décoloration causée par le <i>Fusarium</i> .
Feuilles	Le flétrissement commence au niveau des feuilles inférieures. Ces feuilles sont vert pâle, puis jaune orangé.

## IMPACT SUR LE RENDEMENT ET LA QUALITÉ

TYPE D'IMPACT	DESCRIPTION
Économie	Sur les jeunes semis et plants, il peut causer de graves dommages.

## CONDITIONS FAVORABLES À L'INFESTATION

TYPE	CONDITION FAVORABLE	IMPACT / EXPLICATION
Température	21°C (température optimale).	Température optimale pour la croissance, la croissance s'arrête au-dessus de 30°C.

## SURVEILLANCE

---

*V. albo-atrum* peut être facilement identifié après avoir été isolé à partir de tissus végétaux suspects. Il peut facilement être isolé des hôtes infectés par isolement à partir du xylème des racines, des tiges, des branches, des rameaux et même des feuilles et des graines.

## CONTRÔLE PAR DE BONNES PRATIQUES CULTURALES

---

ACTION	JUSTIFICATION) ET/OU DESCRIPTION	EFFET/IMPACT
<b>CHOIX DE PRÉ-PLANTATION</b>		
Assainissement	Nettoyage de la végétation et enlèvement des débris végétaux.	Réduisez l'inoculum.
<b>PRÉPARATION DE LA PARCELLE (VERGER)</b>		
/	/	/
<b>PLANTATION</b>		
Cultivars résistants lorsqu'ils sont disponibles	Réduire la gravité de la maladie.	Efficacité et la durabilité environnementale.
<b>GESTION DU VERGER</b>		
Rotation des cultures	Évitez de planter des arbres fruitiers sur une zone précédemment plantée de cultures hôtes.	Réduisez l'inoculum.
<b>RÉCOLTE ET MANUTENTION POST-RÉCOLTE</b>		
/	/	/

## CONTRÔLE PAR DES PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES

---

Les produits chimiques dont l'utilisation est recommandée, comme le bromure de méthyle (interdit au niveau mondial, en vertu de la convention de Montréal), la chloropicrine et le bénomyle, ne sont pas autorisés dans l'UE.

## UTILISATION DE BIOPESTICIDES

### — Champignons microparasites (*Pythium oligandrum*)

Ce biofongicide est utilisé pour lutter contre les espèces de *Verticillium* et d'autres champignons pathogènes comme les espèces de *Fusarium* dans différents fruits et légumes, mais il n'inclut pas les avocats.

## 6.6.5. CERCOSPORIOSE

### NOM SCIENTIFIQUE

---

Le champignon (*Pseudocercospora purpurea*) est l'agent pathogène.

### CYCLE DE VIE ET BIOLOGIE

---

ÉTAPE	DESCRIPTION
Sources d'inoculum	L'inoculum initial de conidies (spores asexuées) provient principalement de feuilles infectées. Les nouveaux tissus des pousses sont infectés partout où cette maladie se manifeste.
Infection	L'agent pathogène pénètre dans les tissus de l'hôte soit directement, soit par le biais de blessures.
Développement, sporulation	Lorsqu'elles se posent sur les surfaces d'une plante hôte, les conidies ont besoin d'eau ou d'une forte rosée pour germer et pénétrer dans l'hôte. L'agent pathogène reste latent pendant environ 3 mois après la pénétration. Les plantes infectées produisent des conidiophores (hyphes spécialisés) qui surgissent de la surface de la plante en grappes à travers les stomates et forment successivement des conidies. Les fruits sont sensibles lorsqu'ils n'ont atteint qu'un quart à trois quarts de leur taille. ( <a href="https://blogs.cdfa.ca.gov/Section3162/?tag=pseudocercospora-purpurea">https://blogs.cdfa.ca.gov/Section3162/?tag=pseudocercospora-purpurea</a> ).
Dissémination	Les conidies se détachent facilement et sont emportées par le vent, souvent sur de longues distances. Vent, pluie, eau d'irrigation, plants de pépinière infectés, feuilles infectées, insectes (Menge & Ploetz, 2003).

### DESCRIPTION/IDENTIFICATION

---

Les taches individuelles sur les feuilles sont très petites, moins de 2,5 mm de diamètre, et de couleur brune à violette. Sur le fruit, les dommages commencent par de petites taches brunes, irrégulières, qui s'agrandissent et coalescent. Des fissures apparaissent souvent à ces endroits et sont très souvent des points d'entrée pour le champignon de l'antracnose.

### AUTRES PLANTES HÔTES

---

L'avocatier est l'hôte principal ; les *Persea spp.* de la famille des *Lauraceae*, à savoir *P. americana*

(syn. *P. gratissima*, avocatier), *P. borbonia* (avocatier de Caroline), *P. drymifolia* (avocatier du Mexique), *P. palustris* (pin des marais), et *Persea sp.* (Farr & Rossman, 2016 ; (Silva et al., 2016).

## LES STADES CONCERNÉS DE LA CULTURE

PÉPINIÈRE	JEUNES ARBRES, PLANTÉS	STADE VÉGÉTATIF	BOURGEONS FLORAUX ET FLORAISON	GROSSISSEMENT DES FRUITS	MATURITÉ DES FRUITS / RÉCOLTE	POST-RÉCOLTE
+++	+++	++	+	+++	0	+++

## ORGANISME DE QUARANTAINE

Large distribution dans le monde entier.

## SYMPTÔMES ET DOMMAGES

Branche/tige	Les rameaux et les pédicelles des fruits peuvent présenter des lésions irrégulières de couleur brun foncé à noir, entraînant une chute prématurée des fruits.
Feuilles	Les lésions apparaissent sous forme de petites taches jaune clair sur les fruits et les feuilles. Elles deviennent ensuite brun rougeâtre et finissent par devenir dures et se fissurer.



Figure 97 — Un avocat «Fuerte» atteint de cercosporiose (<http://www.avocadosource.com>)

## IMPACT SUR LE RENDEMENT ET LA QUALITÉ

TYPE D'IMPACT	DESCRIPTION
Économie	La maladie est principalement un problème pour la qualité des fruits. La gravité de l'infection varie d'une saison à l'autre et peut entraîner des pertes de 60- 69 % ( <a href="https://infonet-biovision.org/PlantHealth/MinorPests/Cercospora-fruit-spot">https://infonet-biovision.org/PlantHealth/MinorPests/Cercospora-fruit-spot</a> ; <a href="https://blogs.cdfa.ca.gov/Section3162/?tag=pseudocercospora-purpurea">https://blogs.cdfa.ca.gov/Section3162/?tag=pseudocercospora-purpurea</a> ).

## CONDITIONS FAVORABLES À L'INFESTATION

TYPE	CONDITION FAVORABLE	IMPACT / EXPLICATION
Température et précipitations	Températures chaudes (25°C).	Le développement de la maladie est favorisé par des conditions humides et des températures élevées.

## SURVEILLANCE

Recherchez de petites taches irrégulières jaune clair (moins de 2,5 mm) sur les fruits qui deviennent ensuite brun rougeâtre et finissent par devenir durs, puis se fissurent, surtout en cas de conditions humides et de températures élevées. Vérifiez que les feuilles présentent des taches brunes à violettes de 2,5 mm, à chaque fois entourées d'un halo jaune. Pendant la saison des pluies, une loupe permet d'observer des masses de spores grisâtres à la surface des taches angulaires. Ces taches peuvent se rejoindre pour former des zones irrégulières de tissu brun. Les rameaux et les pédicelles des fruits peuvent présenter des lésions irrégulières de couleur brun foncé à noir, entraînant une chute prématurée des fruits (CABI, 2021).

## CONTRÔLE PAR DE BONNES PRATIQUES CULTURALES

ACTION	JUSTIFICATION) ET/OU DESCRIPTION	EFFET/IMPACT
<b>CHOIX DE PRÉ-PLANTATION</b>		
Utilisation de semis exempts de maladies	Empêche l'introduction de l'inoculum dans le champ.	Réduisez l'inoculum.
<b>PRÉPARATION DE LA PARCELLE (VERGER)</b>		
/	/	/
<b>PLANTATION</b>		
Cultivars résistants lorsqu'ils sont disponibles	Réduire la gravité de la maladie.	Efficacité et la durabilité environnementale.

ACTION	JUSTIFICATION) ET/OU DESCRIPTION	EFFET/IMPACT
<b>GESTION DU VERGER</b>		
Assainissement des champs	<ul style="list-style-type: none"> <li>— En cas d'infestation antérieure, évitez les cultures intercalaires dans le verger avec des haricots, des betteraves, des poivrons, des gombos, des carottes et des caféiers qui sont des hôtes alternatifs de la maladie</li> <li>— Retirez les rameaux et branches mortes, car elles peuvent héberger le champignon prêt pour l'attaque</li> <li>— Enlevez tous les fruits tombés des environs car ils abritent des insectes qui transmettent le champignon</li> <li>— Désinfectez les outils agricoles avec de l'hypochlorite de sodium (500 ml / 20 L d'eau) après avoir travaillé dans un champ, avant de passer à un autre</li> </ul>	Réduisez l'inoculum.
<b>RÉCOLTE ET MANUTENTION POST-RÉCOLTE</b>		
Récolte et stockage	Récoltez et séparez les fruits malades des fruits propres avant le stockage	Réduisez la propagation de l'inoculum dans les fruits récoltés

## CONTRÔLE PAR DES PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES

### UTILISATION DE BIOPESTICIDES

Des biopesticides à base de *Bacillus subtilis* sont utilisés pour lutter contre les pathogènes fongiques sur le terrain et lors des opérations post-récolte. Pour une application sur le terrain, assurez-vous d'une couverture uniforme de la canopée.

### LUTTE CHIMIQUE

Produits chimiques recommandés pour l'application par pulvérisation sur le terrain en tant que protecteurs tels que le captane, l'oxychlorure de cuivre et l'hydroxyde de cuivre qui sont approuvés dans l'UE :

#### — Captane (substance active de la phthalimide)

Mode d'action : non systémique avec une action protectrice et curative. Activité multisite. Application : appliquez-le en pulvérisation foliaire.

#### — Prochloraz (substance active - imidazole)

Mode d'action : large spectre avec des propriétés protectrices et éradicatrices. Perturbe la fonction membranaire.

Application : appliquez-le en post-récolte.

#### — Azoxystrobine

Mode d'action : fongicide systémique à large spectre qui combine une action curative, translaminaire et préventive.

Application : la première application doit être faite lorsque les fruits ont approximativement la taille d'un œuf de pigeon. Vous ne devez pas dépasser 2 pulvérisations en 1 saison.

#### — Fongicides à base de cuivre

Mode d'action : fongicides à large spectre et principalement de contact avec des propriétés protectrices et curatives. Ils sont classés comme multisites et agissent en perturbant les protéines cellulaires.

Application : Appliquez de la fin de la floraison à la récolte. Par temps humide prolongé, pulvérisez tous les 14 jours. Commencez l'utilisation de préférence pendant une faible infestation et de préférence comme dernière pulvérisation dans un programme de pulvérisation. Appliquez un minimum de 3 pulvérisations de couverture complète dans une saison avec des intervalles de 4 semaines. pH optimum 6,5–7. Suivez toujours les instructions d'utilisation figurant sur l'étiquette.

#### — Thiabendazole

Mode d'action : C'est un fongicide systémique à large spectre, à l'activité protectrice et curative en compromettant la croissance et le développement fongiques.

Application : appliquez-le en post-récolte.

**Note :** il est intéressant d'alterner les ingrédients actifs ayant des modes d'action différents afin d'éviter le développement de la résistance.

## 6.6.6. POURRITURES AU POINT D'ATTACHE

### NOM SCIENTIFIQUE

---

Les champignons *Lasiodiplodia theobromae*, *Neofusicoccum parvum*, *Nectria pseudotrachia* et *Fusarium solani* sont les agents pathogènes.

### CYCLE DE VIE ET BIOLOGIE

---

ÉTAPE	DESCRIPTION
Sources d'inoculum	Fruits, feuilles et débris végétaux infectés. La plupart des agents pathogènes de la pourriture au point d'attache sont des saprophytes.
Infection	Les pathogènes fongiques qui pénètrent dans les fruits par le pédoncule ou par le point d'accrochage non protégé si les fruits sont cueillis sans le pédoncule.
Développement, sporulation	Les infections deviennent généralement actives après que le fruit a été cueilli et commence à ramollir. À mesure que le fruit mûrit, la pourriture se propage et fait pourrir tout le fruit, qui devient sombre et ratatiné.
Dissémination	Ces agents pathogènes se propagent par des spores soufflées par le vent ou projetées par l'eau, produites dans ou sur des chancres, des rameaux et branches mortes, ainsi que des fruits et des feuilles mourants. Les spores infectent par les blessures et les lenticelles (minuscules ouvertures naturelles) sur les fruits. L'infection se produit dans le verger, mais la maladie n'est généralement pas visible avant que les fruits ne soient cueillis et commencent à mûrir ( <a href="https://www2.ipm.ucanr.edu/agriculture/avocado/Fruit-and-stem-end-rots/">https://www2.ipm.ucanr.edu/agriculture/avocado/Fruit-and-stem-end-rots/</a> ).

### DESCRIPTION/IDENTIFICATION

---

La décomposition due à la pourriture au point d'attache débute par un léger flétrissement autour du bouton de la tige. Le mycélium fongique est souvent visible sur les fruits si l'on enlève le bouton. Une décomposition foncée visible avec un bord bien défini se développe au point d'attache. À mesure que le fruit mûrit, la pourriture se propage et fait pourrir tout le fruit, qui devient sombre et ratatiné. Selon les organismes responsables, la chair peut être aqueuse et molle, ou initialement sèche et liégeuse, puis aqueuse par la suite lorsque des organismes secondaires colonisent les tissus. Ces espèces de pourriture au point d'attache sont des saprophytes (organismes de décomposition) ou des pathogènes faibles, qui sont présents dans le sol et dans la plupart des tissus morts ou mourants de l'avocatier, y compris les fleurs sénescents et les écorces, fruits et feuilles blessés (<https://www.plantwise.org/KnowledgeBank/pmdg/20157801505>).

## AUTRES PLANTES HÔTES

---

Agrumes, mangue, banane, tomate.

## LES STADES CONCERNÉS DE LA CULTURE

---

PÉPINIÈRE	JEUNES ARBRES, PLANTÉS	STADE VÉGÉTATIF	BOURGEONS FLORAUX ET FLORAISON	GROSSISSEMENT DES FRUITS	MATURITÉ DES FRUITS / RÉCOLTE	POST-RÉCOLTE
+	+	++	++	++	+++	+++

## ORGANISME DE QUARANTAINE

---

Large distribution dans le monde entier.

## SYMPTÔMES ET DOMMAGES

---

### FRUITS

De petites lésions superficielles peuvent se développer sur les fruits du verger, mais la maladie n'apparaît généralement que sur les fruits très surmaturés, accrochés à des branches mortes ou tombés sur le sol.



Figure 98 — Pourritures au point d'attache de l'avocatier ([flickr.com](https://www.flickr.com/photos/14811111@N00/14811111))

## IMPACT SUR LE RENDEMENT ET LA QUALITÉ

TYPE D'IMPACT	DESCRIPTION
Économie	Elle est présentée comme causant jusqu'à 30 % de pertes aux producteurs et commerçants <a href="#">lien</a> .

## CONDITIONS FAVORABLES À L'INFESTATION

TYPE	CONDITION FAVORABLE	IMPACT / EXPLICATION
Température, précipitations et humidité	Temps chaud et humide.	Favorise la sporulation des spores des agents pathogènes fongiques.

## SURVEILLANCE

Surveillez régulièrement l'apparition de symptômes pendant le développement des fruits. Fruits : la légère décomposition commence par un léger flétrissement autour du bouton de la tige et s'étend jusqu'à ce que tout l'intérieur du fruit pourrisse. Nécrose brune au niveau du point de greffe, qui progresse vers le bas et entraîne la mort de la cime des arbres.

## CONTRÔLE PAR DE BONNES PRATIQUES CULTURALES

ACTION	JUSTIFICATION) ET/OU DESCRIPTION	EFFET/IMPACT
<b>CHOIX DE PRÉ-PLANTATION</b>		
Assainissement des champs	Enlevez les débris végétaux en cas de présence de vieux arbres.	Réduisez l'inoculum infectieux.
<b>PRÉPARATION DE LA PARCELLE (VERGER)</b>		
/	/	/
<b>PLANTATION</b>		
Utilisez du matériel de plantation propre	/	Efficacité et la durabilité environnementale.
<b>GESTION DU VERGER</b>		
Assainissement des champs	Taillez les branches et les rameaux morts. Jetez le bois mort et les vieux fruits loin des arbres. taillez et récoltez uniquement par temps sec.	Réduisez l'inoculum.

ACTION	JUSTIFICATION) ET/OU DESCRIPTION	EFFET/IMPACT
<b>RÉCOLTE ET MANUTENTION POST-RÉCOLTE</b>		
Récolte et stockage	Récoltez et séparez les fruits malades des fruits propres avant le stockage.	Réduisez la propagation de l'inoculum dans les fruits récoltés.
	Minimisez le délai entre la récolte et le stockage (moins de 6 heures). Pour réduire l'incidence de la maladie, stockez rapidement à 5°C et contrôlez la température ainsi que les conditions post-récolte (chaud et sec).	

## CONTRÔLE PAR DES PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES

### UTILISATION DE BIOPESTICIDES

Il a été démontré que les *Trichoderma spp.* (*T. atroviride*, *T. virens*, *T. asperellum* et *T. harzianum*) sont efficaces contre les champignons pathogènes de la pourriture du point d'attache de l'avocatier (*Lasiodiplodia theobromae*, *Neofusicoccum parvum*, *Nectria pseudotrachia* et *Fusarium solani*) (Wanjiku, Waceke et Mbaka, 2021) dans les traitements post-récolte. Par conséquent, l'utilisation de biofongicides à base de *Trichoderma spp.*, lorsqu'ils sont disponibles, peut permettre de lutter contre les pathogènes de la pourriture du point d'attache.

*Bacillus amyloliquefaciens* (souche QST 713) peut également être utilisé de manière préventive pour la gestion de la pourriture du point d'attache. L'application doit commencer dès que les stades sensibles aux infections par pourriture au point d'attache ont été atteints. Les applications de *Bacillus amyloliquefaciens* (souche QST 713) peuvent être alternées avec d'autres fongicides agréés et des applications répétées peuvent être faites tous les 7-21 jours.

### LUTTE CHIMIQUE

#### — Fludioxonil + Azoxystrobine

Mode d'action : Le fludioxonil est un fongicide à large spectre non systémique ayant une longue activité résiduelle et l'azoxystrobine est un fongicide systémique à large spectre qui a une action curative, translaminaire et préventive. Une combinaison de ces deux fongicides peut être utilisée comme protecteur et traitement post-récolte.

Application : Appliquez par trempage, arrosage ou pulvérisation à la fin de la récolte. Assurez-vous que les fruits sont immergés dans le bain ou exposés à la solution pendant au moins 30 secondes et jusqu'à 60 secondes. Ne l'appliquez pas sur les avocats si un fongicide du groupe 11 a été la dernière application pré-récolte.

**Note :** il est intéressant d'alterner les ingrédients actifs ayant des modes d'action différents afin d'éviter le développement de la résistance.

### 6.6.7. GALE DE L'AVOCAT

#### NOM SCIENTIFIQUE

---

Le champignon (*Sphaceloma perseae*) est l'agent pathogène.

#### CYCLE DE VIE ET BIOLOGIE

---

ÉTAPE	DESCRIPTION
Sources d'inoculum	Matériaux végétaux infectés.
Infection	<i>Sphaceloma perseae</i> persiste à travers les saisons sur avocat dans les lésions. L'agent pathogène génère des fructifications asexuées qui font éruption à partir de ces lésions, présentes sur les fruits ou les feuilles, sous forme de petites masses de couleur crème ou olive de conidiophores et de spores groupés.
Développement, sporulation	Par temps frais et humide, des conidies peuvent se former sur les feuilles, les rameaux et les fruits infectés.
Dissémination	<i>S. perseae</i> peut être disséminé localement par le vent, la pluie et les insectes. Les blessures causées par les insectes peuvent favoriser l'entrée de l'agent pathogène et aggraver le développement de la gale. Le transport sur de longues distances est possible par le mouvement des fruits, mais plus probablement par du matériel de propagation infecté.

#### DESCRIPTION/IDENTIFICATION

---

Les symptômes foliaires commencent par de petites lésions discrètes qui sont souvent concentrées le long de la nervure centrale et des nervures principales, mais les lésions peuvent s'unir pour former des motifs en étoile. Des trous peuvent également se développer. Au fur et à mesure que la maladie progresse, les feuilles se déforment et se rabougrissent. Les lésions peuvent également apparaître sur les pétioles des feuilles, les rameaux et les pédicelles des fruits. Les symptômes sur les fruits apparaissent d'abord sous la forme de taches liégeuses, surélevées, ovales ou irrégulières, de couleur brune à brun violacé. Au fur et à mesure que la maladie progresse, les taches s'agrandissent et fusionnent pour former de grandes zones rugueuses sur la surface du fruit. La fissuration de ces zones rugueuses peut permettre à des organismes secondaires de pénétrer et de faire pourrir le fruit.

## LES STADES CONCERNÉS DE LA CULTURE

PÉPINIÈRE	JEUNES ARBRES, PLANTÉS	STADE VÉGÉTATIF	BOURGEONS FLORAUX ET FLORAISON	GROSSISSEMENT DES FRUITS	MATURITÉ DES FRUITS / RÉCOLTE	POST-RÉCOLTE
+	++	++	+++	+++	+++	+++

## ORGANISME DE QUARANTAINE

Large distribution dans le monde entier.

## IMPACT SUR LE RENDEMENT ET LA QUALITÉ

TYPE D'IMPACT	DESCRIPTION
Économie	Elle a une faible importance économique et cause plus de dommages esthétiques que de réelles pertes économiques. Il a été démontré qu'elle entraîne des pertes de respectivement 5,78 et 5,68 % dans les exploitations agricoles et les centres de conditionnement (Ramírez-Gil, López et Henao-Rojas, 2020).

## CONDITIONS FAVORABLES À L'INFESTATION

TYPE	CONDITION FAVORABLE	IMPACT / EXPLICATION
Température, précipitations et humidité	Temps chaud et humide.	Favorise la sporulation des spores des agents pathogènes fongiques.

## SURVEILLANCE

Recherchez la chute des fruits et les marques sur les fruits mûrs, des taches discrètes sur les feuilles le long de la nervure médiane, qui peuvent se fondre en motifs en étoile. Au fur et à mesure que la maladie progresse, les feuilles se déforment et se rabougrissent. Les symptômes sur les fruits apparaissent sous la forme de taches brunes à brun violacé surélevées et liégeuses qui s'agrandissent pour former de grandes zones rugueuses.

## CONTRÔLE PAR DE BONNES PRATIQUES CULTURALES

ACTION	JUSTIFICATION) ET/OU DESCRIPTION	EFFET/IMPACT
<b>CHOIX DE PRÉ-PLANTATION</b>		
Assainissement des champs	Enlevez les débris végétaux en cas de présence de vieux arbres.	Réduisez l'inoculum infectieux.
<b>PRÉPARATION DE LA PARCELLE (VERGER)</b>		
/	/	/
<b>PLANTATION</b>		
Utilisez du matériel de plantation propre	Ne vous approvisionnez en matériel végétal qu'auprès de fournisseurs propres et accrédités, et de préférence en matériel certifié.	Efficacité et la durabilité environnementale.
<b>GESTION DU VERGER</b>		
Assainissement des champs	Retirez les branches et rameaux morts, car ils peuvent héberger le champignon. Enlevez du champ les fruits pourris qui sont tombés.	Réduisez l'inoculum.
<b>RÉCOLTE ET MANUTENTION POST-RÉCOLTE</b>		
Récolte et stockage	/	Réduisez la propagation de l'inoculum dans les fruits récoltés.

## CONTRÔLE PAR DES PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES

### UTILISATION DE BIOPESTICIDES

Des biopesticides à base de *Bacillus subtilis* sont utilisés pour lutter contre les pathogènes fongiques sur le terrain et lors des opérations post-récolte. Pour une application sur le terrain, ayez recours à une concentration de  $10^7$  cellules ml<sup>-1</sup> en veillant à avoir une couverture uniforme de la canopée.

### LUTTE CHIMIQUE

#### — Captane (substance active de la phthalimide)

Mode d'action : Non systémique avec une action protectrice et curative. Activité multisite. Application : appliquez-le en pulvérisation foliaire.

#### — Prochloraz (substance active - imidazole)

Mode d'action : large spectre avec des propriétés protectrices et éradicatrices. Perturbe la fonction membranaire.

Application : appliquez-le en post-récolte.

#### — Azoxystrobine

Mode d'action : fongicide systémique à large spectre qui combine une action curative, translaminaire et préventive.

Application : la première application doit être faite lorsque les fruits ont approximativement la taille d'un œuf de pigeon. Une application de suivi doit être faite 28 jours plus tard. Vous ne devez pas dépasser 3 pulvérisations en 1 saison. Suivez toujours les instructions d'utilisation figurant sur l'étiquette.

#### — Fongicides à base de cuivre

Mode d'action : fongicides à large spectre et principalement de contact avec des propriétés protectrices et curatives. Ils sont classés comme multisites et agissent en perturbant les protéines cellulaires.

Application : appliquez-le en pulvérisation à couverture totale de la fin de la floraison à la récolte.

#### — Thiabendazole

Mode d'action : fongicide systémique à large spectre, à l'activité protectrice et curative en compromettant la croissance et le développement fongiques.

Application : appliquez-le en post-récolte.

**Note :** il est intéressant d'alterner les ingrédients actifs ayant des modes d'action différents afin d'éviter le développement de la résistance.

## 6.7. MALADIES BACTÉRIENNES DE L'AVOCATIER

### 6.7.1. CHANCRE BACTÉRIEN

#### NOM SCIENTIFIQUE

---

La bactérie *Xanthomonas campestris* est l'agent pathogène.

#### CYCLE DE VIE ET BIOLOGIE

---

ÉTAPE	DESCRIPTION
Sources d'inoculum	Matériaux et débris végétaux infectés, semis infectés, l'agent pathogène peut également être introduit par les pratiques de pépinière.
Infection	Commence lorsque les spores infectieuses entrent en contact avec l'avocatier
Développement, sporulation	Il peut infecter par le biais des plaies et les extrémités de branches et se propager dans le système vasculaire de la plante. Le stress dû à la sécheresse et une carence en bore peuvent favoriser le développement des symptômes de la maladie. La maladie se manifeste le plus souvent pendant les années de sécheresse, à l'extrémité des lignes d'irrigation ou aux endroits où la pression d'eau du système d'irrigation est la plus faible.
Dissémination	Par l'eau, le vent et les matériaux végétaux infectés.

#### DESCRIPTION/IDENTIFICATION

---

Les chancres bactériens se présentent sous la forme de zones sombres légèrement enfoncées sur l'écorce et leur taille varie de 1 à 4 pouces de diamètre. L'écorce autour des chancres peut se fissurer. Souvent, le liquide suinte et sèche, laissant une poudre blanche autour ou sur la lésion. En général, les chancres apparaissent et se propagent vers le haut en ligne sur un côté du tronc ou de la branche.

#### LES STADES CONCERNÉS DE LA CULTURE

---

PÉPINIÈRE	JEUNES ARBRES, PLANTÉS	STADE VÉGÉTATIF	BOURGEONS FLORAUX ET FLORAISON	GROSSISSEMENT DES FRUITS	MATURITÉ DES FRUITS / RÉCOLTE	POST-RÉCOLTE
+++	+++	++	0	0	0	0

## ORGANISME DE QUARANTAINE

---

Large distribution dans le monde entier.

## IMPACT SUR LE RENDEMENT ET LA QUALITÉ

---

TYPE D'IMPACT	DESCRIPTION
Économie	Le chancre bactérien est très répandu, mais c'est une maladie relativement peu importante. Dans certains vergers, la bactérie infecte plus de 60% des arbres, mais la plupart de ces arbres se comportent bien s'ils sont soignés de manière appropriée.

## SYMPTÔMES ET DOMMAGES

---

FEUILLES	LES FEUILLES NE PRÉSENTENT AUCUN SYMPTÔME, MAIS ONT GÉNÉRALEMENT UNE INFECTION LATENTE
Écorce	Les chancres bactériens se présentent sous la forme de zones sombres légèrement enfoncées sur l'écorce et leur taille varie de 1 à 4 pouces de diamètre. L'écorce autour des chancres peut se fissurer. Souvent, le liquide suinte et sèche, laissant une poudre blanche autour ou sur la lésion. En général, les chancres apparaissent et se propagent vers le haut en ligne sur un côté du tronc ou de la branche. Une incision sous la surface de l'écorce révèle une poche nécrotique pourrie, brun rougeâtre, qui peut contenir du liquide. Des stries sombres dans le bois rayonnent au-dessus et au-dessous des lésions. Ces stries nécrotiques se trouvent généralement dans le cortex ou le xylème de l'écorce, mais s'étendent parfois plus profondément au centre des branches ou des troncs. Souvent, la maladie devient inactive et les plaies du chancre se referment, à ceci près qu'il subsiste un lambeau d'écorce au-dessus de la plaie.

## IMPACT SUR LE RENDEMENT ET LA QUALITÉ

---

TYPE D'IMPACT	DESCRIPTION
Économie	Le chancre bactérien est très répandu, mais c'est une maladie relativement peu importante. Dans certains cas, la bactérie infecte plus de 60% des arbres, mais la plupart de ces arbres se comportent bien s'ils sont soignés de manière appropriée.

## CONDITIONS FAVORABLES À L'INFESTATION

TYPE	CONDITION FAVORABLE	IMPACT / EXPLICATION
Température, précipitations et humidité	Pluies, temps chaud et humide	Sa reproduction et sa propagation sont favorisées par les plantes mouillées et les conditions humides.

## SURVEILLANCE

Soyez attentif aux symptômes qui varient de petites zones sombres, enfoncées, avec des tissus aqueux et brun rougeâtre sous l'écorce, à de grandes zones aqueuses pouvant atteindre 10 cm de diamètre, avec l'écorce fendue et un exsudat poudreux blanc à la surface. Les chancres multiples sur les troncs et les branches étaient généralement reliés par des stries nécrotiques brun rougeâtre sous l'écorce et souvent dans le bois.

## CONTRÔLE PAR DE BONNES PRATIQUES CULTURALES

ACTION	JUSTIFICATION) ET/OU DESCRIPTION	EFFET/IMPACT
<b>CHOIX DE PRÉ-PLANTATION</b>		
Utilisez du matériel de plantation certifié/propre	Empêche l'introduction et la propagation des bactéries.	Réduisez l'inoculum infectieux.
Désinfectez les outils utilisés dans les pépinières avec de l'hypochlorite de sodium à 20% ou tout autre désinfectant	Empêche la propagation de la bactérie des semis infectés aux semis non infectés.	Très efficace pour réduire l'inoculum.
<b>PRÉPARATION DE LA PARCELLE (VERGER)</b>		
/	/	/
<b>PLANTATION</b>		
Utilisez du matériel de plantation propre	Empêche la propagation de la bactérie des semis infectés aux semis non infectés.	Efficacité et la durabilité environnementale.
<b>GESTION DU VERGER</b>		
Assainissement des champs	Inspectez régulièrement les jeunes arbres et retirez et éliminez-les en cas d'infection, taillez les arbres pour assurer la pénétration de la lumière dans la canopée.	Réduisez l'inoculum.

## UTILISATION DE BIOPESTICIDES

Des biopesticides à base d'agents pathogènes antagonistes comme des *Bacillus subtilis* sont utilisés pour lutter contre les pathogènes fongiques sur le terrain et lors des opérations post-récolte.

## 6.8. AUTRES AGENTS PATHOGÈNES RESPONSABLES DES MALADIES DE L'AVOCAT

### 6.8.1. SUN BLOTCH DE L'AVOCATIER (ASBVD)

#### NOM SCIENTIFIQUE

---

##### Sun blotch de l'avocatier (ASBVD)

Le sun blotch (tache solaire) est causé par des dizaines de variantes de particules submicroscopiques de matériel génétique (viroïdes) qui altèrent le développement et la croissance des plants infectés.

#### CYCLE DE VIE ET BIOLOGIE

---

ÉTAPE	DESCRIPTION
Sources d'inoculum	Matériaux végétaux infectés, outils contaminés.
Infection	Mécaniquement par des outils contaminés, par des semis infectés.
Développement, sporulation	Le viroïde du sun blotch peut se déplacer de manière systémique dans l'avocat, et il persiste dans les tissus de l'hôte.
Dissémination	La transmission du viroïde se fait le plus souvent lors de la greffe en utilisant des greffons ou des semis de porte-greffes infectés provenant d'arbres infectés présentant ou non des symptômes. Les greffes naturelles de racine à racine sont des modes importants de transmission du sun blotch. On rapporte également une transmission mécanique par des blessures causées par des coupeurs de récolte, des outils de taille et du matériel d'injection contaminés. La propagation par le pollen d'un arbre infecté à l'ovule de la fleur d'un avocatier non infecté, donnant lieu à des graines infectées, peut entraîner l'élimination des fruits, mais ne dissémine pas davantage la maladie à moins que les graines ne soient propagées. Il n'y a pas de preuve de transmission par les insectes.

#### DESCRIPTION/IDENTIFICATION

---

L'ASBVD se réplique et s'accumule dans le chloroplaste, et c'est le plus petit pathogène végétal. Cet agent pathogène est un ARN circulaire monocaténaire de 246-251 nucléotides. ASBVD.

#### AUTRES PLANTES HÔTES

---

À une gamme d'hôtes restreinte et seules quelques espèces végétales de la famille des *Lauraceae* ont été confirmées expérimentalement comme hôtes supplémentaires.

## LES STADES CONCERNÉS DE LA CULTURE

PÉPINIÈRE	JEUNES ARBRES, PLANTÉS	STADE VÉGÉTATIF	BOURGEONS FLORAUX ET FLORAISON	GROSSISSEMENT DES FRUITS	MATURITÉ DES FRUITS / RÉCOLTE	POST-RÉCOLTE
+++	+++	+++	+++	0	0	0

## ORGANISME DE QUARANTAINE

Dans les pays ACP, il est présent uniquement au Ghana et en Afrique du Sud.

## IMPACT SUR LE RENDEMENT ET LA QUALITÉ

TYPE D'IMPACT	DESCRIPTION
Économie	<p>Les arbres présentant des symptômes visibles du sunblotch produisent souvent des avocats de qualité et de rendement réduits (18%-30 %) (Semancik, 2003a).</p> <p>Une réduction significative et spectaculaire (95 %) du rendement en fruits peut également se produire chez certains avocateurs dans lesquels l'ASBVd est latent (porteurs sans symptômes) (Desjardins, 1987).</p>

## SYMPTÔMES ET DOMMAGES

Feuilles	Les rameaux peuvent développer des stries étroites, nécrotiques, rouges ou jaunes sur leur surface ou dans des indentations longitudinales peu profondes le long du rameau.
Rameaux	Les feuilles peuvent présenter des zones panachées blanches ou jaunâtres et être déformées, mais les symptômes foliaires sont peu fréquents.
Écorce	Des craquelures et des fissures rectangulaires de l'écorce, appelées « écorces d'alligator », apparaissent souvent sur le tronc et les grosses branches.
Fruits	Les symptômes du sun blotch comprennent des décolorations nécrotiques, rouges, jaunes ou blanches sur les fruits, souvent dans des dépressions ou des cicatrices à la surface des fruits.
Ensemble de l'arbre	Les arbres infectés peuvent être rabougris et présenter une quantité disproportionnée de croissance horizontale ou de branches basses latérales tentaculaires. Les arbres présentant des symptômes visibles du sun blotch ont souvent des rendements réduits.



Figure 99 — Viroïde du sun blotch de l'avocatier ([semanticscholar.org](https://semanticscholar.org))

## CONDITIONS FAVORABLES À L'INFESTATION

TYPE	CONDITION FAVORABLE	IMPACT / EXPLICATION
Température, précipitations et humidité	Stress environnemental (stress de l'humidité et températures élevées).	Favorisent le développement de la maladie.

## SURVEILLANCE

Soyez attentif à la chute des fruits et aux marques sur les fruits mûrs, aux taches discrètes sur les feuilles le long de la nervure médiane, qui peuvent se fondre en motifs en étoile. Au fur et à mesure que la maladie progresse, les feuilles se déforment et se rabougrissent. Les symptômes sur les fruits apparaissent sous la forme de taches brunes à brun violacé surélevées et liégeuses qui s'agrandissent pour former de grandes zones rugueuses.

## CONTRÔLE PAR DE BONNES PRATIQUES CULTURALES

ACTION	JUSTIFICATION) ET/OU DESCRIPTION	EFFET/IMPACT
<b>CHOIX DE PRÉ-PLANTATION</b>		
Assainissement Désinfectez les outils utilisés en pépinière avec de l'hypochlorite de sodium à 1,5%	Empêchez la propagation des semis infectés aux semis non infectés.	Réduisez l'inoculum infectieux.
Utilisez des porte-greffe résistants lorsqu'ils sont disponibles	Empêche la transmission et le développement de la maladie.	Supprime le viroïde du matériel de plantation.
<b>PRÉPARATION DE LA PARCELLE (VERGER)</b>		
/	/	/
<b>PLANTATION</b>		
Utilisez du matériel de plantation propre / approvisionnez-vous auprès de pépinières certifiées	Empêche la transmission et le développement de la maladie.	Efficacité et la durabilité environnementale.
<b>GESTION DU VERGER</b>		
Assainissement des champs	Retirez rapidement les arbres symptomatiques du verger et tuez les souches.	Réduisez l'inoculum.

Remarque : Bien qu'il n'existe pas de remède pour les arbres infectés, les pratiques d'assainissement peuvent avoir un impact significatif pour éviter la propagation de ce pathogène (Saucedo Carabez *et al.* 2019).

## CONTRÔLE PAR DES PRODUITS DE PROTECTION DES PLANTES LUTTE CHIMIQUE

### — Fludioxonil

Mode d'action : fongicide à large spectre, non systémique, avec une longue activité résiduelle.

Application : première application au début de la floraison et répétition à intervalles de 7 à 10 jours si les conditions restent favorables au développement de la maladie. Reportez-vous toujours aux instructions d'utilisation figurant sur l'étiquette.

Gestion des résistances : Alternez après deux applications avec un autre fongicide ayant un mode d'action différent pour deux applications. Ne dépassez pas 4 applications par an.

## 6.9. TABLEAU RÉCAPITULATIF DES INGRÉDIENTS/AGENTS BIOLOGIQUES CONTRE LES NUISIBLES DE L'AVOCATIER

INGRÉDIENT ACTIF OU AGENT BIOLOGIQUE	GROUPE MODE D'ACTION	<i>BACTROCEA DORSALIS</i> (MOUCHE ORIENTALE DES FRUITS)	<i>CERATITIS CAPITATA</i> (MOUCHE MEDITERRANÉENNE DES FRUITS)	<i>CERATITIS ROSA</i> (MOUCHE DES FRUITS DU NATAL)	<i>CERATITIS COSYRA</i> (MOUCHE DE LA MANGUE)	<i>THAUMATOTIBIA LEUCOTRETA</i> (FAUX CARPOCAPSE)	<i>HELIOTHRIPS HAEMORRHOIDALIS</i> (THRIPS DE THE NOIR / THRIPS DE SERRE)	<i>SELENOTHRIPS RUBROCIINCTUS</i> (THRIPS DU CACAOTER)	<i>ALEURODICUS DISPERSUS</i> (ALEURODE SPIRALANT)	<i>TRIALEURODES VAPORARIORUM</i> (MOUCHE BLANCHE / MOUCHE BLANCHE DES SERRES)	<i>EUMALLACEA PERBREVIS</i> (SCOLYTE DU THÉIER)	<i>EUMALLACEA FORMICATUS</i> (SCOLYTE POLYPHAGE)	<i>XYLOSANDRUS COMPACTUS</i> (SCOLYTE)	<i>PSEUDACYSTA PERSEAE</i> (TIGRE DE L'AVOCATIER)	<i>NEZARA VIRIDULA</i> (PUNAISE VERTE PUANTE)	<i>HEMIBERLESIA LATAMIAE</i> (COCHENILLE DE PALMIER)	<i>COCCUS HESPERIDIUM</i> (POU DES HESPERIDES)	<i>POLYPHAGOTARSONEMUS LATUS</i> (TARSONEME DES SERRES)	<i>PRATYLENGHUS VULNUS</i> (CANGUILLE DES RACINES DU NOYER)
Abamectine	6						X	X										X	
Acétamipride	4a					X	X	X	X	X					X	X	X		
Acétamipride + lambda-cyhalothrine	4a + 3					X													
<i>Amblyseius spp</i>	prédateur								X	X								X	
<i>Aphytis chrysomphali</i>	parasite															X			
<i>Bacillus Thuriensis</i>	bm02					X													
<i>Beauveria bassiana</i>	UNF : agent fongique ayant un mode d'action inconnu ou incertain	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X					
<i>Biosteres arisanus/ Opius oophilus</i>	parasite	X	X	X	X														
Buprofézine	16								X	X						X	X		
<i>Callimerus sp</i>	prédateur												X						
<i>Chilocorus spp</i>	prédateur															X	X		
Chlorantraniliprole	28					X													
Cyperméthrine	3a					X							X						
<i>D. protuberans</i>	parasite												X						
Dazomet	8f																		X
Deltaméthrine	3a	X	X	X	X	X	X	X											
<i>Dendrosoter enervatus</i>	parasite												X						
Benzoate d'émamectine	6					X					X								

INGRÉDIENT ACTIF OU AGENT BIOLOGIQUE	GROUPE MODE D'ACTION	BACTOCERA DORSALIS (MOUCHE ORIENTALE DES FRUITS)	CERATITIS CAPITATA (MOUCHE MEDITERRANEE DES FRUITS)	CERATITIS ROSA (MOUCHE DES FRUITS DU NATAL)	CERATITIS COSYRA (MOUCHE DE LA MANGUE)	THAUMATOTIBIA LEUCOTRETA (FAUX CARPOCABSE)	HELIOTHRIPS HAEMORRHOIDALIS (THRIPS DE THE NOIR / THRIPS DE SERRE)	SELENOTHRIPS RUBROCINCTUS (THRIPS DU CACAoyer)	ALEURODIDUS DISPERSUS (ALEURODE SPIRALANT)	TRIALEURODES VAPOARIORUM (MOUCHE BLANCHE / MOUCHE BLANCHE DES SERRES)	EUMALLACEA PERBREVIS (SCOLYTE DU THEIER)	EUMALLACEA FORNICATUS (SCOLYTE POLYPHAGE)	XYLOSANDRUS COMPACTUS (SCOLYTE)	PSEUDACYSTA PERSEAE (TIGRE DE L'AVOCATIER)	NEZARA VIRIDULA (PUNAISE VERTE PUANTE)	HEMIBERLESIA LATANIAE (COCHENILLE DE PALMIER)	COCCUS HESPERIDUM (POU DES HESPERIDES)	POLYPHAGOTARSOMENUS LATUS (TARSONEME DES SERRES)	PRATYLENCHUS VULNUS (ANGUILLEULE DES RACINES DU NOYER)	
<i>Encarsia spp</i>	parasite								X	X										
<i>Eretmocerus spp.</i>	parasite								X	X										
Acides gras des sels de potassium	UNE: essence botanique, y compris les extraits synthétiques et les huiles non raffinées dont le mode d'action est inconnu ou incertain						X	X	X	X										
Fenpyroximate	21A																		X	
<i>Fopius arisanus</i>	parasite	X	X	X	X															
<i>H. coccophagus</i>	parasite															X	X			
<i>Heterorhabditis amazonensis</i>	nématode	X	X	X	X															
Lambda-cyhalothrine	3					X									X					
Malathion	1B	X	X	X	X	X	X	X	X	X										
Maltodextrine	-					X														
<i>Metarhizium anisopliae</i>	UNF: agent fongique ayant un mode d'action inconnu ou incertain	X	X	X	X	X														
Méthoxyfénoside	18					X														
<i>Montanoa bipinnatifida</i>	botanique													X						

INGRÉDIENT ACTIF OU AGENT BIOLOGIQUE	GROUPE MODE D'ACTION	BACTOCERA DORSALIS (MOUCHE ORIENTALE DES FRUITS)	CERATITIS CAPITATA (MOUCHE MÉDITERRANÉENNE DES FRUITS)	CERATITIS ROSA (MOUCHE DES FRUITS DU NAL)	CERATITIS COSYRA (MOUCHE DE LA MANGUE)	THAUMATOTIBIA LEUCOTRETA (FAUX CARPOCABSE)	HELIOTHrips HAEMORRHOIDALIS (THrips DE THE NOIR / THrips DE SERRE)	SELENOTHrips RUBROCINCTUS (THrips DU CACAoyer)	ALEURODIDUS DISPERSUS (ALEURODE SPIRALANT)	TRIALEURODES VAPORARIORUM (MOUCHE BLANCHE / MOUCHE BLANCHE DES SERRES)	EUMALLACEA PERBREVIS (SCOLYTE DU THEIER)	EUMALLACEA FORNICATUS (SCOLYTE POLYPHAGE)	XYLOSANDRUS COMPACTUS (SCOLYTE)	PSEUDACYSTA PERSEAE (TIGRE DE LAVOCATIER)	NEZARA VIRIDULA (PUNAISE VERTE PUANTE)	HEMIBERLESIA LATANIAE (COCHENILLE DE PALMIER)	COCCUS HESPERIDUM (POU DES HESPERIDES)	POLYPHAGOTARSOMEMUS LATUS (TARSONEME DES SERRES)	PRATYLENCHUS VULNUS (ANGUILLEULE DES RACINES DU NOYER)
Extrait de neem (azadirachtine)	UN : composé ayant un mode d'action inconnu ou incertain	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X				
<i>Neoseiulus barkeri</i>	prédateur																	X	
<i>O. californicus</i>	parasite														X				
<i>Oligosita sp.</i>	parasite													X					
<i>Ooencyrtus johnsoni</i>	parasite														X				
<i>Orius thripoborus</i>	prédateur						X												
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	UNF : agent fongique ayant un mode d'action inconnu ou incertain								X	X									
Savon de potasse	-						X	X										X	
Thrips prédateurs	prédateur													X					
Extrait de pyrèthrine	3A	X	X	X	X		X	X											
Pyridazinone	-																	X	
Pyriproxy-fène	7C															X	X		
<i>Pythium oligandrum</i>	champignons																		
quercivorol	attractif													X					
Spinéto-rame	5					X	X	X											
Spinosad	5	X	X	X	X	X	X	X											
Spiromesifén	23																	X	
Spirotéramate	23																	X	

INGRÉDIENT ACTIF OU AGENT BIOLOGIQUE	GROUPE MODE D'ACTION	<i>BACTOCERA DORSALIS</i> (MOUCHE ORIENTALE DES FRUITS)	<i>CERATITIS CAPITATA</i> (MOUCHE MEDITERRANEE DES FRUITS)	<i>CERATITIS ROSA</i> (MOUCHE DES FRUITS DU NATAL)	<i>CERATITIS COSYRA</i> (MOUCHE DE LA MANGUE)	<i>THAUMATOTIBIA LEUCOTRETA</i> (FAUX CARPOCAPSE)	<i>HELIOTHrips HAEMORRHOIDALIS</i> (THrips DE THE NOIR / THrips DE SERRE)	<i>SELENOThrips RUBROCINCTUS</i> (Thrips DU CACAoyer)	<i>ALEURODIDUS DISPERSUS</i> (ALEURODE SPIRALANT)	<i>TRIALEURODES VAPORARIORUM</i> (MOUCHE BLANCHE / MOUCHE BLANCHE DES SERRES)	<i>EUMALLACEA PERBREVIS</i> (SCOLYTE DU THEIER)	<i>EUMALLACEA FORNICATUS</i> (SCOLYTE POLYPHAGE)	<i>XYLOSANDRUS COMPACTUS</i> (SCOLYTE)	<i>PSEUDACYSTA PERSEAE</i> (TIGRE DE L'AVOCATIER)	<i>NEZARA VIRIDULA</i> (PUNAISE VERTE PUANTE)	<i>HEMIBERLESIA LATANIAE</i> (COCHENILLE DE PALMIER)	<i>COCCUS HESPERIDUM</i> (POU DES HESPERIDES)	<i>POLYPHAGOTARSOMEMUS LATUS</i> (TARSONEME DES SERRES)	<i>PRATYLENCHUS VULNUS</i> (ANGUILLE DES RACINES DU NOYER)
<i>Steinernema carpocapsae</i>	nématode	X	X	X	X														
Soufre	-						X	X											X
<i>T. urichi</i>	parasite														X				
Tébufénozide	18					X													
Téflubenzuron	15					X													
<i>Telenomus podisi</i>	parasite														X				
<i>Telsimia nitida</i>	coccinelle															X	X		
<i>Tetrastichus sp</i>	parasite												X						
<i>Thripobius semiluteus</i>	parasite						X												
<i>Trichoderma spp.</i>	biofongicide																		
triflumuron	15					X													
<i>Trissolcus basalis</i>	parasite														X				
<i>Trissolcus brochymenae</i>	parasite														X				
<i>Typhlodromus spp.</i>	prédateur							X	X										
Verbenone	dissuasif													X					
<i>Verticillium</i>	champignons							X	X										X
<i>Xylebororum</i>	parasite												X						

## 6.10. TABLEAU RÉCAPITULATIF DES INGRÉDIENTS ACTIFS/ AGENTS BIOLOGIQUES CONTRE LES MALADIES DE L'AVOCATIER

INGRÉDIENT ACTIF OU AGENT BIOLOGIQUE	MODE D'ACTION	ANTHRACNOSE ( <i>COLLETOTRICHUM GLEOSPORIOIDES</i> )	POURRIURE DU FRUIT ( <i>DOTHIORELLA</i> )	POURRIURE PHYTOPHTHOREENNE DES RACINES ( <i>PHYTOPHTHORA CINNAMOMI</i> )	FLÉTRISSE VERTICILLIENNE DE LA LUZERNE ( <i>VERTICILLIUM ALBO-ATRUM</i> )	CERCOSPORIOSE ( <i>PSEUDOCERCOSPORA PURPUREA</i> )	POURRIURES AU POINT D'ATTACHE ( <i>CLASIDIPIODIA THEOBROMAE</i> , <i>NEOFUSIUM PARVUM</i> , <i>NECTRIA PSEUDOTRICHIA</i> , ET <i>FUSARIUM SOLANI</i> )	TAVELURE DE L'AVOCAT ( <i>SPHACELOMA PERSEAE</i> )	CHANCRE BACTÉRIEN ( <i>XANTHOMONAS CAMPESTRIS</i> )	SUN BLOTCH DE L'AVOCATIER ( <i>ASBVD</i> )
Azadirachtine	UN: composé ayant un mode d'action inconnu ou incertain	x	x							
Azoxystrobine	11	x	x			x		x		
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (souche QST 713)	BM02	x	x				x			
<i>Bacillus subtilis</i>	BM02	x	x			x		x	x	
Captane	M04					x		x		
Fongicides à base de cuivre	M01	x	x			x		x	x	
Cypronil-fludioxonil	0	x	x							
Fludioxonil + azoxystrobine	12	x	x				x			x
Fluopyram + tébuconazole	7;3	x	x							
Fluopyram + tryfloxystrobine	7;11	x	x							
Fosétyl	0			x						
Méfénoxam	4			x						
Métalaxyl	4			x						
Bromure de méthyle	1				x					
Metiram	M03	x	x							
Prochloraz	3	x	x			x		x		
<i>Pseudomonas putida</i>	BM02			x						
<i>Pythium oligandrum</i>	fungi				x					
Thiabendazole	1					x		x		
<i>Trichoderma spp.</i>	BM02	x	x				x			







# RÉCOLTE

## 7.1. RÉCOLTE DE L'AVOCAT

## 7.2. INTRODUCTION

L'avocat est un fruit climactérique qui présente une augmentation de la respiration et de la production d'éthylène pendant le mûrissement. Le mûrissement ne commence qu'une fois le fruit mûr détaché de la plante. La qualité des fruits est influencée par le stade de maturité, le temps après la récolte, la température et l'humidité. Une récolte et une manipulation post-récolte en temps opportun sont cruciales pour maintenir la qualité des fruits du champ aux points de vente et finalement aux consommateurs.

## 7.3. QUALITÉ COMMERCIALE

L'avocat peut être mûr pour la cueillette, mais pas prêt à être consommé. Ainsi, la pratique veut qu'ils soient récoltés de l'arbre avant d'être prêts à être consommés et qu'ils mûrissent (deviennent plus mous pour la consommation) après la récolte. Le processus de ramollissement prend généralement de quelques jours à une semaine et dépend du degré de maturité, de la variété et de la température de stockage.

Lorsque le fruit sur l'arbre commence à mûrir, il perd généralement une partie de son « éclat » et change de couleur. De petites taches brun-rouille peuvent se développer sur certaines variétés, tandis que d'autres fruits peuvent prendre un aspect un peu plus terne. À l'intérieur, l'enveloppe de la graine passe de l'ivoire au brun foncé à maturité.

La conservation des fruits est difficile, c'est pourquoi le meilleur endroit pour conserver l'avocat jusqu'à son utilisation est sur l'arbre. La période de conservation des fruits sur l'arbre varie, selon les variétés, de quelques semaines à plusieurs mois. La période de récolte de l'avocat peut être prolongée en ne cueillant que quelques fruits à la fois, selon les besoins.

## 7.4. NORMES COMMERCIALES

Les normes commerciales courantes exigent que les fruits atteignent une teneur en huile de 8% avant leur récolte. Il faut laisser les variétés violettes se colorer complètement avant la récolte. D'autres types se décolorent rapidement et doivent donc être consommés immédiatement.

## 7.5. PRÉFÉRENCES DES CONSOMMATEURS

Dans de nombreux pays, l'avocat est principalement consommé comme fruit frais. Dans des pays comme le Mexique, l'avocat est considéré comme un aliment traditionnel et les consommateurs ne s'intéressent pas forcément à la qualité du fruit, mais plutôt aux prix bas pratiqués sur le marché. Lorsque la demande dépasse l'offre, elle compromet les aspects qualitatifs des avocats pour les consommateurs.

En général, les consommateurs préfèrent les fruits dont la peau est déjà foncée et qui sont doux au toucher (FAO Avocado Postharvest Compendium, 2004). D'autres variétés restent vertes même en présentant des caractéristiques de ramollissement. Il convient de noter que certaines conditions de terrain pendant la récolte peuvent entraîner le ramollissement des fruits au cours de la qualité de maturité, par ex. de légers dommages mécaniques, certaines lésions de terrain telles que la brûlure de l'avocat, l'antracnose, etc. Les préférences des consommateurs dans les pays non producteurs qui importent de l'avocat peuvent varier. En général, les consommateurs recherchent les aspects suivants (Morales *et al.* 2000).

- Taille moyenne (275 g environ)
- 3/4 à plein mûrissement
- Pas de dommages causés par les insectes
- Pas de résidus chimiques toxiques



Figure 101 — Image d'un avocat idéal au bon stade de maturation

L'avocat biologique est en train de devenir un élément important de la stratégie de commercialisation nationale, en raison du nombre croissant de consommateurs et de producteurs qui se préoccupent de l'environnement. Les industries des pays en développement peuvent tirer profit de la production d'huile, de cosmétiques et de guacamoles élaborés à partir d'avocats biologiques, tandis que les consommateurs peuvent bénéficier de fruits propres et sans résidus (Quintero-Sánchez, 2001). Il est également important de noter que les normes de qualité peuvent parfois dépendre de l'utilisation finale du fruit dans d'autres recettes à travers le monde plutôt que de la consommation directe du fruit.

## 7.6. INDICES DE MATURITÉ POUR LA RÉCOLTE DES AVOCATS

Les indices de maturité pour la récolte des avocats sont importants afin d'éviter de récolter des fruits immatures ou trop mûrs et de réduire les pertes post-récolte. La récolte de fruits immatures peut entraîner une maturation inadéquate, entraînant une qualité de fruit inférieure. Les avocats sont très variables, et même ceux qui sont classés dans une taille et une apparence identique ne se comportent pas de la même manière après la récolte. Cela est particulièrement problématique pour ceux qui vendent au marché du « prêt à manger ». Ces opérations sont confrontées à une forte variation du taux de maturation au sein d'un lot, ce qui entraîne des difficultés logistiques. Avec l'augmentation de la maturité, la teneur en huile d'avocat dans le fruit augmente tandis que la teneur en eau ou la matière sèche diminue. D'autre part, leur teneur en huile est également influencée par le type de cultivar, les pratiques culturales et les conditions environnementales.

En général, deux indices quantitatifs ont été adoptés par l'industrie de l'avocat pour récolter leurs fruits pour l'exportation ou les marchés intérieurs, à savoir les indices de teneur en huile et en humidité.

La technique de spectroscopie infrarouge a été utilisée pour mesurer la teneur en eau des fruits de la variété Hass et on a constaté que les fruits triés à l'aide de cette méthode en fonction du temps de maturation, entraînent moins de variations de maturation dans les lots.

Des techniques simples ont été utilisées pour déterminer la maturité des fruits. La première consiste à cueillir un des plus gros fruits et à le conserver à température ambiante jusqu'à ce qu'il ramollisse. Le fruit sera mûr et prêt à être cueilli s'il ramollit jusqu'à avoir la bonne consistance, s'il n'est pas dur et cuiré ou amer, s'il ne rétrécit pas ou ne se ratatine pas et s'il est bon à manger. Une fois que cela est déterminé, les « fruits restants sur le terrain » peuvent maintenant être cueillis. Parfois, des fruits « hors floraison » peuvent avoir leur nouaison plus tôt que la récolte de la saison avec des fruits matures plus gros et plus avancés. Ils sont récoltés et utilisés plus tôt que la récolte normale.

L'indice de maturité de la teneur en huile est recommandé pour les cultivars riches en huile, tandis que la matière sèche est également utilisée pour d'autres cultivars spécifiques. D'autres indices complémentaires tels que le ramollissement de la chair, qui est lié aux changements de couleur de la peau, ont été inclus dans l'indice de maturité du Hass. Comme indiqué précédemment, la couleur verte de la peau au stade immature passe au violet, ce qui indique le stade de maturité de la plupart des cultivars.



Figure 102 — Matériel simple (micro-ondes et balance numérique) utilisé pour déterminer le degré de maturation des fruits par la méthode de la teneur en matière sèche

## 7.7. MATURITÉ PHYSIOLOGIQUE

Les pays qui importent des avocats exigent que les fruits soient physiologiquement matures lorsqu'ils arrivent sur le marché. Cela garantit un mûrissement correct des fruits une fois arrivés dans les pays de destination. Le non-respect de l'exigence de maturité physiologique peut avoir des conséquences en termes de coût et de qualité et entraîner des pertes :

- Les avocats physiologiquement « sous-matures » mettent trop de temps à mûrir et ont un goût fade en raison d'une teneur en huile insuffisante.
- Les fruits immatures sont plus susceptibles de développer la maladie de la pourriture au point d'attache. Cependant, les avocats ne doivent pas être mûrs, car les fruits mûrs ont une durée de conservation très limitée, deviennent rapidement trop mûrs pour être vendus et développent rapidement des pourritures.
- Les fruits non mûrs (durs) peuvent être conservés au réfrigérateur pendant une semaine ou deux, et sont mûris par les commerçants européens en fonction des besoins du marché.

Il est donc crucial de déterminer avec précision le niveau de maturité des avocats destinés à l'exportation. Veuillez garder à l'esprit quelques faits importants :

- La teneur en huile des fruits augmente au fur et à mesure de la maturation physiologique des avocats sur l'arbre. Les avocats de début de saison sont dès lors plus aqueux et ont une teneur en matière sèche plus faible ; tandis que les avocats de fin de saison ont une teneur en matière sèche plus élevée et sont plus riches en goût. Les fruits moins exposés au soleil (par ex., qui pendent à l'intérieur de la canopée des arbres) seront moins matures.
- Les petits fruits ne sont pas nécessairement moins matures que les gros.
- Le calendrier de récolte des fruits n'est pas une méthode efficace ou précise pour déterminer le niveau de maturité des fruits car d'autres facteurs climatiques peuvent retarder ou accélérer le moment de la récolte.
- Tous les fruits d'un même arbre ne se trouveront pas au même stade de maturité physiologique, d'où la nécessité d'une cueillette sélective.

L'objectif des tests de maturité est de déterminer, par un suivi en cours de saison, le moment optimal pour la récolte ou si le marché d'exportation doit être interrompu.

## 7.8. JOURS POUR RÉCOLTER APRÈS LA PLANTATION ET LA FLORAISON

Plusieurs recherches ont démontré qu'il faut environ trois à quatre ans avant que les semis d'avocat plantés puissent commencer à porter des fruits. Il faut même plus de temps si l'arbre est issu de la plantation d'une graine d'avocat, car il peut alors avoir besoin de cinq à treize ans avant d'être suffisamment mature pour donner des fruits. Dans des conditions climatiques annuelles normales, il faut compter jusqu'à huit mois entre la floraison et la récolte des fruits comestibles. Il est toutefois important de noter que les conditions de croissance et l'environnement local peuvent avoir une incidence sur le temps nécessaire aux arbres pour donner des fruits à partir du moment de la floraison.

## 7.9. SUR-MATURITÉ

Un fruit est considéré comme mûr lorsqu'il est apte à être consommé immédiatement. Ainsi, un fruit est considéré comme mature lorsqu'il a atteint un stade de développement physiologique suffisant pour mûrir correctement à température ambiante dans les 10 jours suivant la récolte. Les avocats souffrent intérieurement s'ils restent sur l'arbre au-delà de leur période de maturité sans être récoltés.

Certaines variétés ont besoin de 6 à 8 mois pour mûrir après la floraison, d'autres jusqu'à 12 à 18 mois, en fonction des facteurs climatiques dominants. On a observé que certains fruits continuent à grossir sur l'arbre même après leur maturité. Dans des circonstances normales, les gros avocats tombent de l'arbre et cessent leur processus de maturation. Le processus de ramollissement et de mûrissement commencera car les fruits ne sont plus attachés à l'arbre. Cependant, les gros fruits qui restent sur l'arbre vont commencer à produire des graines. À l'intérieur, les grosses graines créeront des pousses qui détruisent le fruit environnant en entaillant sa chair. Ainsi, en choisissant le bon moment pour la récolte, en cueillant un fruit et en testant son temps de mûrissement dans les huit jours, vous vous assurez que vos avocats ne seront pas endommagés par la chute ou la croissance interne des graines.

Il est important de cueillir les avocats lorsqu'ils sont mûrs, car les fruits immatures se ratatinent et ne mûrissent pas correctement. Cela affecte négativement la qualité des fruits récoltés, ce qui entraîne des pertes massives en raison des rejets par les négociants et les consommateurs. Cela affecte également la réputation du pays exportateur, sans oublier les pertes subies par les producteurs.

## 7.10. RÉCOLTE

Les dommages mécaniques doivent être évités lors de la récolte. Ces dommages, tels que les éraflures, les coupures et les abrasions, peuvent affecter l'apparence du fruit et constituer un point d'entrée pour les agents pathogènes post-récolte qui provoquent un dépérissement pendant le stockage et le transport. Les meurtrissures et les éraflures peuvent également provoquer un ramollissement localisé des fruits. La méthode habituelle de récolte des avocats consiste à utiliser un sac de cueillette souple fixé à un long bâton ou à une perche pour détacher délicatement le fruit de l'arbre.

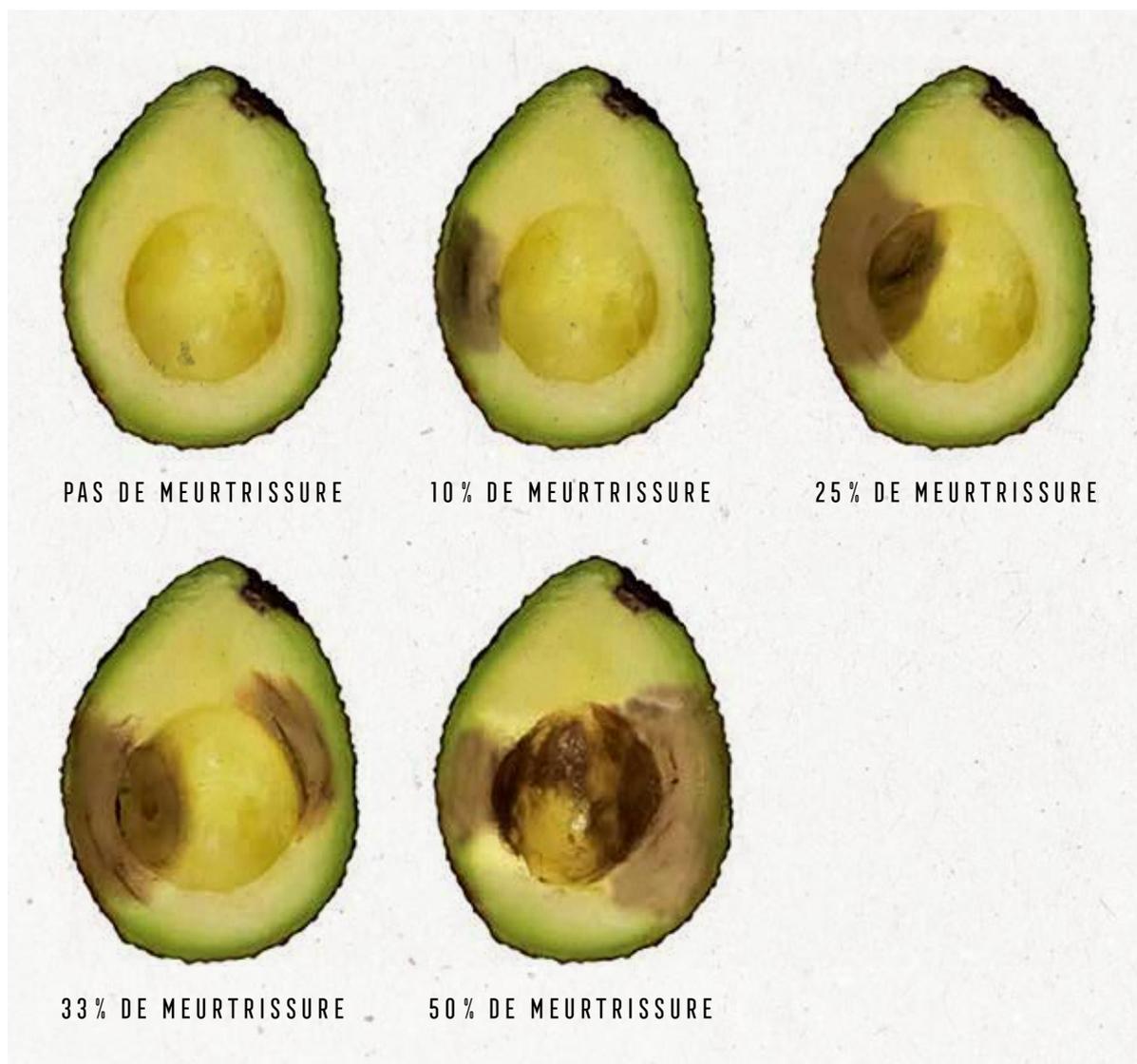


Figure 103 — Dommages physiques résultant de problèmes de qualité des fruits dus à de mauvaises méthodes de récolte

Les fruits détachés se retrouvent dans les sacs et sont placés dans les caisses. Ce procédé permet d'éviter d'endommager les fruits tant au moment de la récolte sur l'arbre qu'au moment de la mise en place dans les caisses. On peut utiliser des échelles pour faciliter la cueillette manuelle ou encore utiliser les perches pour les arbres les plus hauts que l'on ne peut pas atteindre facilement depuis le sol.

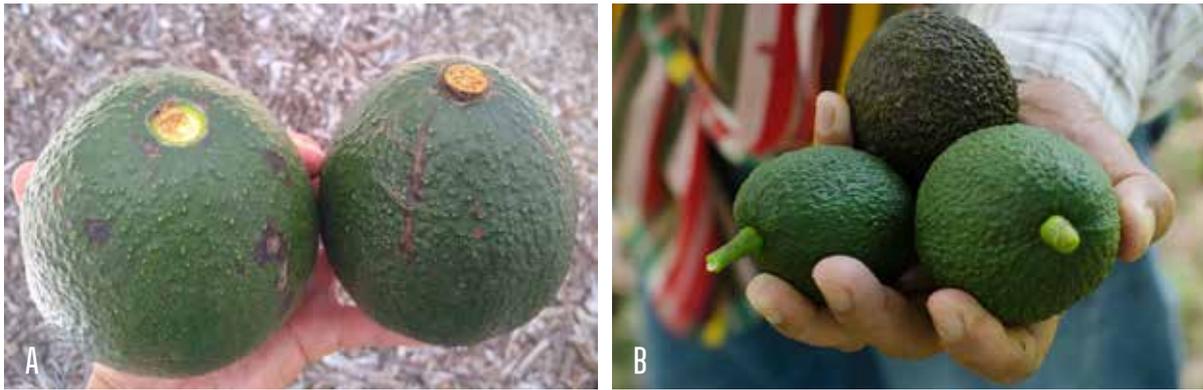


Figure 104 — Méthode de récolte consistant à laisser un court pédoncule sur le fruit en B, contrairement à l'absence de pédoncule en A. L'image de droite montre la taille correcte du pédoncule

Un sécateur ou une lame est fixé à l'extrémité du cueille-fruit avec un sac de capture ou de collecte mentionné plus haut, de préférence en tissu. Il est fortement conseillé de mettre immédiatement les fruits à l'ombre. Cela permettra d'éviter l'exposition au soleil et donc de réduire la perte de poids rapide due à la perte d'humidité. La meilleure pratique consiste à acheminer les avocats vers le centre de conditionnement dans les deux heures qui suivent la cueillette afin de faciliter les procédures de manutention post-récolte.

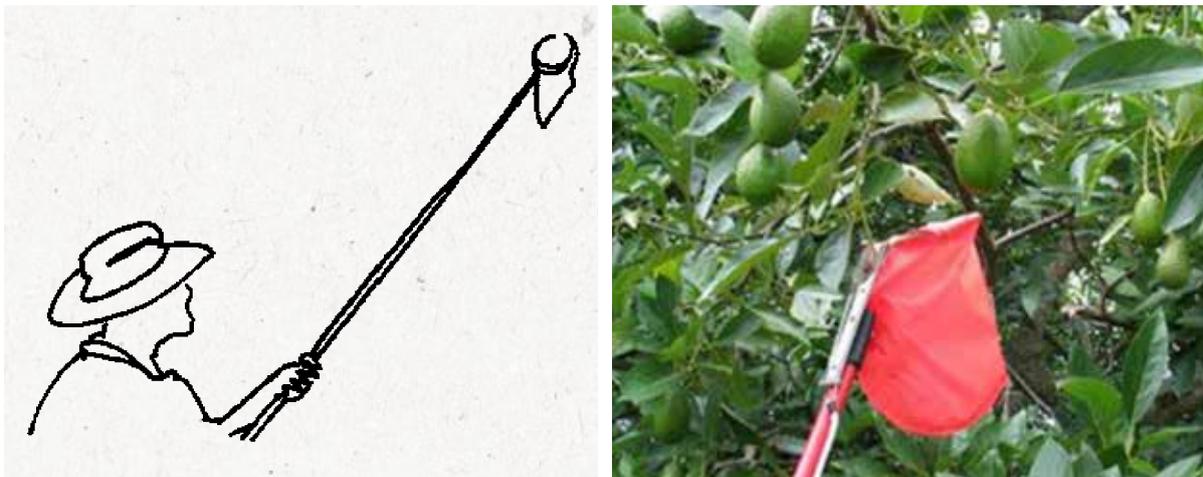


Figure 105 — Perche de récolte avec un sac en tissu fixé à l'extrémité pour recueillir les fruits lorsqu'ils sont détachés de l'arbre.

Les techniques de récolte peuvent affecter la qualité post-récolte du fruit. Bien que le sécateur convienne pour enlever les fruits des arbres, il est recommandé de laisser environ 1 cm du pédicelle attaché au fruit.



Figure 106 — Sécateur de récolte équipé d'un panier collecteur

Pour le Fuerte, il est recommandé d'enlever les pédicelles manuellement tandis que la variété Hass peut être cueillie par pression sans causer d'effet indésirable sur la qualité de ses fruits. Évitez de récolter les avocats par temps humide car les gouttelettes d'eau à la surface des fruits peuvent accélérer l'incidence des maladies post-récolte pendant la distribution et le stockage des fruits. Les dommages causés par les lenticelles sur les fruits des variétés Hass et Fuerte sont plus prononcés sur les fruits cueillis en conditions humides que sur les fruits cueillis par temps sec. Cependant, les dommages causés par les lenticelles sur les fruits du Hass affectent rarement la qualité du fruit, car les dommages sont cachés dans la couleur violette de fond des fruits mûrs. Les fruits cueillis au début de la saison de récolte présentent généralement des dommages causés par les lenticelles plus importants que les fruits cueillis en cours de saison.

La récolte par temps humide peut également augmenter les incidences du brunissement vasculaire des fruits par rapport à ceux récoltés par temps sec. Les fruits du « Hass » cueillis par temps humide et tard dans la saison ont enregistré des incidences élevées de brunissement vasculaire par rapport aux fruits cueillis par temps sec ou tôt dans la saison. Les fruits cueillis tardivement, en particulier ceux qui sont cultivés dans des régions plus chaudes, ont tendance à mûrir beaucoup plus vite et ont donc une durée de conservation plus courte.



La récolte de l'avocat nécessite du soin et de la précision, avec l'utilisation d'un équipement adéquat, dans de bonnes conditions climatiques et avec les procédures de manipulation appropriées. Les dommages subis pendant la récolte affectent la qualité et la durée de conservation des fruits récoltés.

Figure 107 — Caisses pour la collecte des fruits sur le terrain pendant la récolte.

## 7.11. HYGIÈNE

Le marché européen est particulièrement sensible aux normes de qualité des aliments. Les producteurs et les exportateurs doivent donc s'assurer qu'ils respectent les directives en matière de sécurité alimentaire. Le respect strict des bonnes pratiques d'hygiène tout au long de la chaîne de valeur est important pour garantir que les manipulateurs de fruits, les conteneurs et les véhicules qui transportent les fruits sont propres et répondent aux normes de sécurité alimentaire. L'UE est très stricte quant aux critères et à la législation concernant le niveau acceptable de résidus de pesticides sur les produits frais. Les avocats kenyans sont en grande partie cultivés sans pesticides, mais il est important de minimiser la possibilité d'exposition aux résidus de pesticides. Il est toutefois prudent pour les exportateurs d'avocats d'analyser régulièrement le produit pour détecter toute contamination par des pesticides afin de se conformer pleinement aux exigences LMR des importateurs et aux exigences en matière d'hygiène et de sécurité alimentaire. Cela permet d'éviter les maladies des fruits après la récolte et de garantir la sécurité humaine des consommateurs en cas de contamination microbienne. Ce type d'analyses de contrôle assure donc la protection des clients mais également la réputation des producteurs, commerçants et exportateurs d'avocats.



Figure 108 — Désinfection des outils de récolte avant le processus de récolte et entre chaque arbre

La gestion du verger et les traitements avant récolte incorrects ou inadaptés, ainsi que la manière dont les avocats sont récoltés et manipulés, influencent grandement la qualité des fruits mûrs.





# 8

## MANIPULATION POST-RÉCOLTE

## 8.1. MANIPULATION SUR LE TERRAIN

Après la récolte, les avocats doivent être transférés avec précaution du sac de cueillette dans les caisses sur le terrain pour éviter les blessures mécaniques, en particulier les meurtrissures. Il est recommandé de disposer d'un moyen de mesurer la taille ou le poids sur le terrain en utilisant un équipement de base. Certains cueilleurs improvisent et utilisent un contreplaqué, avec des trous de diamètre recommandé, porté autour du cou.

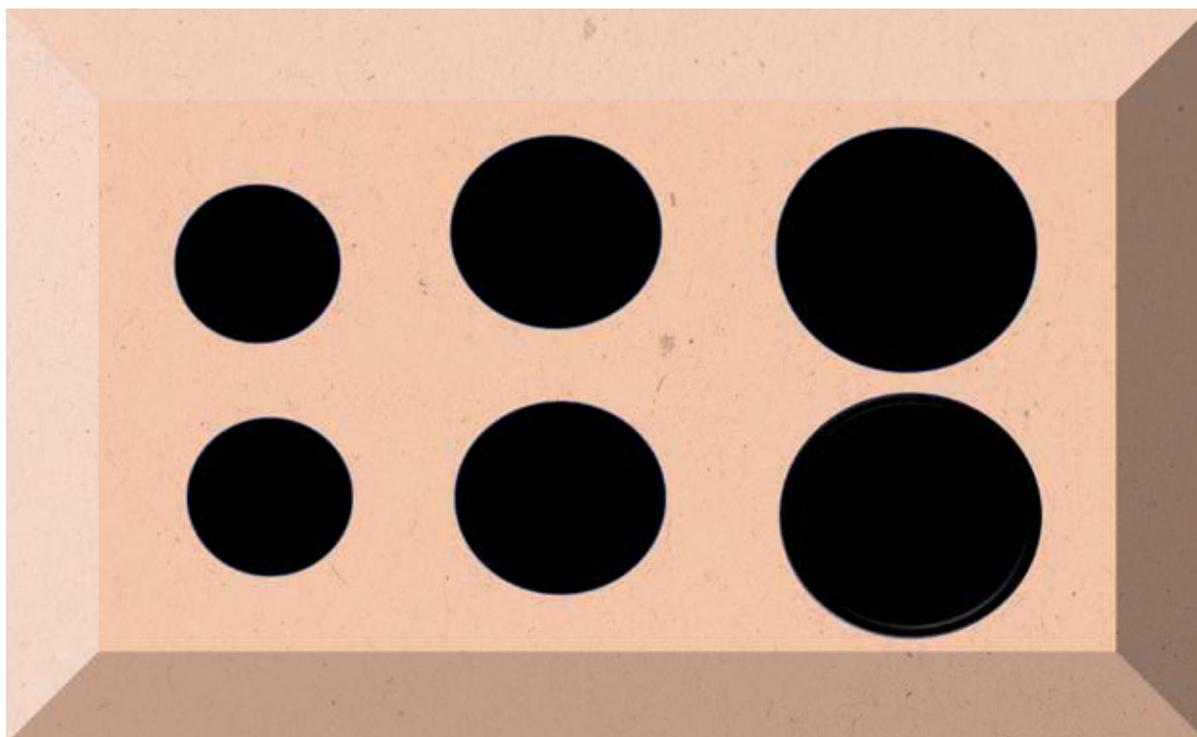


Figure 109: — Illustration d'un contreplaqué avec des trous de différentes tailles, utilisé pour trier les fruits pendant la récolte

Évitez de poser les fruits sur le sol pour qu'ils n'entrent pas en contact direct avec la terre. Cela permettra d'éviter la contamination par des agents pathogènes d'origine alimentaire qui se développent dans le sol, comme *Listeria monocytogenes*. Les caisses ou les conteneurs pour la collecte des fruits sur le terrain ne doivent pas être trop remplis pour éviter d'exercer une pression sur les fruits au fond des conteneurs. Les caisses/conteneurs doivent être placés à l'ombre et protégés du soleil direct qui peut réduire la durée de conservation des fruits en accélérant le processus de mûrissement.

Les caisses remplies et les autres conteneurs utilisés sont placés stratégiquement de manière à être facilement accessibles pour le chargement sur les moyens de transport vers les centres de conditionnement. On utilise des caisses en bois de 119 × 119 × 61 cm, mais on préfère les caisses peu profondes, d'une profondeur de 35,5 cm, pour faciliter la manipulation sur le terrain et réduire l'accumulation de chaleur due à un empilement excessif. Ce type de caisse permet d'améliorer la ventilation et de réduire les meurtrissures.

## 8.2. TRANSPORT AU CENTRE DE CONDITIONNEMENT

Il est conseillé que les centres de conditionnement ne soient pas très éloignés des sites de récolte afin de réduire les dommages pendant le transport.

- Les caisses d'avocats remplies et étiquetées sont chargées sur des véhicules de ramassage ou des camions pour être transportées jusqu'au centre de conditionnement. L'étiquetage est important pour la traçabilité.
- Les fruits ne doivent pas être exposés au soleil dans les véhicules de transport, il est donc recommandé de les recouvrir d'une toile d'ombrage à 80 % ou d'une bâche en tissu / toile pour les véhicules sans toit.
- Il ne faut pas utiliser de feuilles plastiques car elles créent un environnement chaud et humide qui accélère le mûrissement et parfois les infections fongiques.
- Évitez d'utiliser des feuilles de bananier pour couvrir les caisses, car elles produisent du gaz éthylène qui accélère le mûrissement des avocats et réduit ainsi leur durée de conservation.
- Les fruits récoltés doivent être transférés au centre de conditionnement dans les six heures suivant la récolte.
- Les camions/pick-ups transportant les produits doivent être conduits avec précaution sur des routes accidentées afin de minimiser les dommages pendant le transport vers le centre de conditionnement.



Figure 110 — La manière correcte de transporter les avocats du champ au centre de conditionnement dans des caisses empilées les unes sur les autres dans un camion

### 8.3. CENTRE DE CONDITIONNEMENT

Le système des centres de conditionnement intègre des composants qui fonctionnent ensemble pour préparer le produit au marché final. Les composants du système du centre de conditionnement comprennent les matières premières, les équipements, les services publics, les technologies et le personnel. Chacun de ces éléments a une incidence sur la qualité finale des produits frais manipulés.

Le centre de conditionnement sert également de point de contrôle de la gestion de la qualité pour l'assurance de la qualité des produits préparés pour approvisionner les consommateurs. Les préoccupations et les exigences des consommateurs en matière de sécurité et de qualité des aliments veulent que les centres de conditionnement offrent des mécanismes appropriés pour minimiser la contamination microbienne, chimique et physique qui peut finalement compromettre les normes de sécurité et de qualité des aliments.



Figure 111 — Réception, manutention et conditionnement de l'avocat dans le centre de conditionnement

#### 8.3.1. RÉCEPTION DES FRUITS DANS LE CENTRE DE CONDITIONNEMENT

(Adapté du guide pratique du COLEAD : Bonnes pratiques pour la récolte et la manipulation post-récolte des avocats, 2019)

- i. Les fruits sont réceptionnés, pesés et déchargés des camions
- ii. Lors de la livraison au centre de conditionnement, les caisses doivent être immédiatement transférées dans une zone fraîche et ombragée à l'intérieur du centre.
- iii. Le personnel de la réception du centre de conditionnement doit vérifier les caisses et l'état des fruits reçus. L'évaluation initiale de la qualité des fruits à l'arrivée est importante pour les étapes suivantes.
- iv. Le personnel doit confirmer que les fruits livrés sont de la même variété et qu'ils ne sont pas mélangés. Et que seuls des fruits du même cultivar ont été livrés.
- v. Le personnel de la réception du centre de conditionnement doit contrôler la présence, la gravité et le pourcentage d'incidence des éléments suivants :

- fruits endommagés par des insectes ou des nuisibles.
- fruits malades (anthracnose, pourritures au point d'attache, etc.).
- blessures des fruits causées par une manipulation brutale pendant la récolte ou le transport (par ex., coupures ou entailles sur les fruits, éraflures d'ongles).
- fruits sans pédicelle (fruits « cueillis à la va-vite »).
- Dommages causés par les lenticelles

### 8.3.2. TRI ET CALIBRAGE

Au centre de conditionnement, les fruits du verger sont triés et classés selon les critères de qualité suivants, couramment utilisés pour classer les avocats : taille, couleur de la peau, absence de coupures ou de blessures, de défauts, de dommages causés par les insectes et de résidus de pulvérisation. En outre, après la maturation, les fruits doivent être exempts de maladies (anthracnose et pourriture au point d'attache), de troubles physiologiques (pulpe grise, brunissement vasculaire) et de meurtrissures. La qualité des fruits est déterminée par l'absence de marques d'insectes, de vent ou de grêle. Les fruits présentant les dommages susmentionnés sont donc éliminés.

Le tri est effectué manuellement ou à l'aide de machines, et en tenant compte de la forme, de la taille et des caractéristiques sanitaires du fruit, ainsi que de tous les défauts causés par les insectes, les rongeurs, les mauvaises manipulations mécaniques et les maladies (virus, bactéries et champignons). Les critères de tri dépendent également de la destination finale des fruits.



Figure 112 — Fruits triés à l'aide d'une machine dans le centre de conditionnement (à gauche) et classés par variété, taille et même stade de maturité

### 8.3.3. TRAITEMENT POST-RÉCOLTE

Parmi les autres causes importantes de ces pertes figurent également les fruits desséchés et trop mûrs, les infections par des maladies post-récolte comme l'antracnose et les pourritures au point d'attache, les troubles physiologiques, les températures de stockage inappropriées et les dommages causés par les nuisibles. Les fruits affectés par ces facteurs peuvent présenter une diminution en termes de qualité nutritionnelle, de goût et de texture.

Dans certains établissements, les fruits sont nettoyés à l'aide de brosses rotatives, avant d'être triés. Les fruits peuvent être traités avec un spray Sportak (prochloraze) pour lutter contre l'antracnose et la pourriture au point d'attache dans les 24 heures suivant la livraison. D'autres alternatives approuvées par le Pest Control Products Board (PCPB), telles que le Fludioxonil et le Thiabendazole, peuvent également être envisagées pour le traitement post-récolte des avocats, car elles présentent peu de risques pour la sécurité alimentaire.

### 8.3.4. PRÉ-REFROIDISSEMENT

Il est fortement recommandé de refroidir complètement l'avocat après la récolte pour éliminer autant que possible la chaleur du champ. En général, l'opération de pré-refroidissement est effectuée après l'emballage. Cela ralentit le métabolisme du fruit, la production de gaz éthylène, la perte de texture, la maturation du fruit et l'apparition d'infections fongiques.

Le pré-refroidissement est d'une importance capitale pour la durée de conservation de l'avocat (Woolf *et al.* 2003). Il diminue ou ralentit le métabolisme, la synthèse de l'éthylène et son action sur le fruit, la perte de texture, les infections fongiques, le mûrissement du fruit, et conditionne le fruit pour la conservation à basse température (Hofman *et al.* 2003 ; Hofman *et al.* 2002a). Il est conseillé d'effectuer un pré-refroidissement dans les six premières heures de la livraison des fruits. Toutes les opérations sur le terrain, c'est-à-dire pendant la récolte, la manutention sur le champ et le transport vers les centres de conditionnement, ne doivent pas permettre aux températures internes des fruits d'atteindre 26°C.

La méthode du refroidissement à l'air pulsé est la plus adaptée au pré-refroidissement des avocats, car la réfrigération ordinaire dans une chambre froide prend beaucoup de temps pour faire baisser la température des produits en raison des niveaux élevés de chaleur provenant du champ. Elle est effectuée jusqu'à ce que la température dans le fruit atteigne 6-7°C pour les «Fuerte» et «Hass».



Figure 113 — Refroidissement à l'air pulsé des avocats dans une chambre froide (à gauche) et détermination de la température à l'aide d'une thermosonde (à droite)

Il convient de noter que, bien que le pré-refroidissement soit recommandé, ce n'est pas une pratique générale et, dans de nombreux cas, le calibrage et le conditionnement sont effectués une fois les fruits reçus du champ. Les dommages dus à la réfrigération peuvent entraîner une baisse de la qualité de vente au détail, en particulier lorsque les fruits sont soumis à des températures fluctuantes.

### 8.3.5. MÛRISSEMENT DES FRUITS

Contrairement à probablement tous les autres fruits climactériques, les avocats ne mûrissent pas avant d'être tombés naturellement de l'arbre ou d'avoir été récoltés (Wu *et al.* 2011). Ils peuvent rester à l'état mature, mais non mûr sur l'arbre pendant de longues périodes. Le mûrissement engendre un ramollissement de la chair et un changement de couleur de la peau de certains cultivars. La vitesse de mûrissement après la récolte est déterminée par la maturité du fruit à la récolte, la température et l'exposition à l'éthylène. À des températures plus élevées, les fruits mûrissent de manière inégale, développent des arômes désagréables et influencent le développement du dépérissement post-récolte.

Le mûrissement des fruits à des températures plus basses, par exemple 15 à 20°C, peut entraîner une réduction significative des pourritures par rapport au mûrissement à des températures plus élevées. Les fruits matures en début de saison peuvent prendre 10 à 12 jours pour mûrir à 20°C, alors que les fruits matures récoltés en fin de saison peuvent mûrir en cinq à six jours dans les mêmes conditions.

Les avocats non mûrs ne doivent pas être stockés avec des cultures productrices d'éthylène s'ils doivent être dans un état ferme non mûr. Les fruits mous et mûrs ont une durée de conservation de seulement 3 jours. Les conditions optimales de mûrissement peuvent également varier selon les cultivars et la saison de récolte. En général, dans ces conditions, les fruits mûrissent après 4 à 7 jours.

### 8.3.6. AUTOMATISATION DU CONDITIONNEMENT DES AVOCATS

L'automatisation de la manutention post-récolte des produits agricoles gagne rapidement du terrain. Parmi les innovations récentes, citons le Speed packer qui emballe les avocats de manière ergonomique et efficace sans faire de concessions sur la qualité.

Avec l'accroissement de la demande d'avocats, il est nécessaire d'adopter des technologies efficaces pour les producteurs et les manutentionnaires afin de raccourcir le délai entre la livraison au centre de conditionnement et le marché d'exportation.



Figure 114 — Automatisation partielle du conditionnement des avocats dans un centre de conditionnement kenyan

Toutes les activités de manutention post-récolte doivent viser à réduire davantage les dommages physiques subis par les fruits. Les traitements préconisés doivent empêcher la détérioration de la qualité des fruits pour répondre aux exigences de qualité du marché.







# 9

## RÉFÉRENCES

1. Akamine, E.K. Et Goo, T. (1971) Respiration of Gamma-Irradiated Fresh Fruits. *Journal of Food Science*, 36, 1074–1076.  
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1971.tb03349.x>
2. Balock, J.W., Burditt, R.K., Seo Jr., S.T. et Akamine, E.K. (1966) Gamma Radiation as a Quarantine Treatment for Hawaiian Fruit Flies. *Journal of Economic Entomology*, 59, 202–204. <https://doi.org/10.1093/jee/59.1.202>
3. Barnard, R.O., Cillie, G.E.B., et Kotze, J.M. (1991). Deficiency Symptoms in Avocados. *South African Avocado Growers' Association Yearbook 1991*. 14:67–71.  
[https://www.avocadosource.com/Journals/SAAGA/SAAGA\\_1991/SAAGA\\_1991\\_PG\\_67-71.pdf](https://www.avocadosource.com/Journals/SAAGA/SAAGA_1991/SAAGA_1991_PG_67-71.pdf)
4. Bender, G. S. (2015). Planting the Avocado Tree. Récupéré le 30 mai 2021 de <https://ucanr.edu/sites/alternativefruits/files/166377.pdf>
5. CABI 2021. *Invasive Species Compendium*. Wallingford, UK : CAB International. [www.cabi.org/isc](http://www.cabi.org/isc)
6. Carrillo, D., Roda, A., Sarmiento, C., Monterroso, A., Wei, X., Narvaez, T.I., Crawford, J., Guyton, W., Flinn, A., Pybas, D. et Bailey, W.D., 2017. Impact of oriental fruit fly postharvest treatments on Avocado. *American Journal of Plant Sciences*, 8(03), p.549.
7. Cho, A., Kawabata, A., McDonald, T., et Nagao, M. (2018). *Grafting Avocado. Fruit, Nut, and Beverage Crops*. College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Manoa
8. Guide pratique du COLEAD : Bonnes pratiques pour la récolte et la manipulation post-récolte des avocats, 2019.
9. *Cryptaspasma perseana* in Gilligan T M, Brown J W, Hoddle M S, plazi (2011). A new avocado pest in Central America (Lepidoptera: *Tortricidae*) with a key to Lepidoptera larvae threatening avocados in California. [Plazi.org](http://Plazi.org) taxonomic treatments database. Jeu de données de la liste de contrôle <https://doi.org/10.5281/zenodo.204440> par accès via [GBIF.org](http://GBIF.org) le 26-05-2021.
10. EFSA (European Food Safety Authority), Loomans A, Diakaki M, Kinkar M, Schenk M et Vos S, 2019. Pest survey card on *Bactrocera dorsalis*. EFSA supporting publication 2019:EN-1714. 24 pp. doi:10.2903/sp.efsa.2019.EN-1714.
11. EPP0, 2021. Base de données PQR. Paris, France : Organisation européenne et méditerranéenne pour la protection des plantes.
12. FAO Avocado Postharvest Compendium, 2004.
13. FAO/RAP (2000). Avocado Production in Asia and the tropics. <http://www.fao.org/3/x6902e/x6902e.pdf>

14. Gazit, S. et Degani C. (2002). Reproductive Biology. In, The avocado: Botany, production and uses, Édité par AW Wilely, B. Schaffer et BN Wolstenholme, CABI Publishing. 101–134.
15. Grové, T., Beer, M. S. de, Joubert, P. H., 2010. Developing a systems approach for *Thaumatotibia leucotreta* (Lepidoptera: *Tortricidae*) on «Hass» avocado in South Africa. *Journal of Economic Entomology*, 103(4), 1112–1128. doi: 10.1603/EC09045.
16. Grové, T., Steyn, W.P. et De Beer, M.S., 1999. The false codling moth, *Cryptophlebia leucotreta* (Meyrick)(Lepidoptera: *Tortricidae*) on avocado: a literature review. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*, 22, pp. 31–33.
17. Haifa (2021). Avocado - Nutrient Deficiencies. Haifa Negev technologies ltd. Accessible à partir de <https://www.haifa-group.com/ro/online-expert/deficiency-pro/avocado%C2%A0-nutrient-deficiencies>
18. Hofman PJ, Stubbings BA, Adkins MF, Corcoran RJ, White A, Woolf AB (2003). Low temperature conditioning before cold disinfestations improves «Hass» avocado fruit quality. *Posth. Biol. Technol.* 28(1):123- 133
19. Hofman PJ, Stubbings BA, Adkins MF, Meiburg GF, Woolf AB (2002b). Hot water treatments improve «Hass» avocado fruit quality after cold disinfestations. *Posth. Biol. Technol.* 24(2):183–192.
20. <https://infonet-biovision.org/PlantHealth/Crops/Avocados>
21. <https://www.greenlife.co.ke/false-codling-moth/>
22. <https://litchisa.co.za/docs/false-codling-moth/>
23. <https://www.plantwise.org/KnowledgeBank/FactsheetAdmin/Uploads/PDFs/20137804231.pdf>
24. <https://www2.ipm.ucanr.edu/agriculture/avocado/Avocado-black-streak/#SYMPTOMS>
25. <https://www2.ipm.ucanr.edu/agriculture/avocado/Avocado-brown-mite>
26. Infonet-biovision (2021). Avocados. Accès le 25 mai 2021 à partir de <https://infonet-biovision.org/PlantHealth/Crops/Avocados>
27. Johnston, J. C., & Frolich, E. F. (1957). Avocado propagation (Vol. 463). Division of Agricultural Sciences, Université de Californie.
28. Just Avocados ltd (2018). Récupéré de <https://justavocados.co.nz/wp-content/uploads/2017/09/2018.07-08-JAL-newsletter-July-August.pdf>

29. Kirkman, W. et Moore, S.D. 2007. A study of alternative hosts for the false codling moth, *Thaumatotibia* (= *Cryptophlebia*) *leucotreta* in the Eastern Cape. South African Fruit Journal 6 : 33–38.
30. Korsten, L., & Jeffries, P. (2000). Potential for biological control of diseases caused by *Colletotrichum*. Dans D. Prusky, S. Freeman, & M. B. Dickman (Eds.), *Colletotrichum* host specificity, pathology and host pathogen interaction (pp. 266–295). APS Press.
31. Korsten, L., Wehner, F. C., De Villiers, E. E., Kotze, J. M., & De Jagar, E. S. (1995). Evaluation of epiphytes isolated from avocado leaf and fruit surfaces for biocontrol of avocado post-harvest diseases. *Plant Disease*, 79(11), 1149–1156. <https://doi.org/10.1094>
32. Malan, A.P., Von Diest, J.I., Moore, S.D. et Addison, P., 2018. Control options for false codling moth, *Thaumatotibia leucotreta* (Lepidoptera: *Tortricidae*), in South Africa, with emphasis on the potential use of entomopathogenic nematodes and fungi. *African Entomology*, 26(1), pp. 14–29.
33. McCarthy, A., et McCauley, D. (2014). Growing avocados: flowering, pollination and fruit set. Department of Primary Industries and Regional Development's. <https://www.agric.wa.gov.au/spring/growing-avocados-flowering-pollination-and-fruit-set>
34. McCarthy, A., et McCauley, D. (2019). Growing avocados - irrigation principles. Department of Primary Industries and Regional Development's. <https://www.agric.wa.gov.au/spring/growing-avocados-irrigation-principles?page=0%2C1>
35. Mithamo, M. W., Kerich, R. K., & Kimemia, J. K. (2017). Impact of intercropping coffee with fruit trees on soil nutrients and coffee yields. *International Journal of Enology and Viticulture* Vol. 4 (7), pp. 222–227.
36. Moore, S.D., Kirkman, W. et Stephen, P. 2004. Cryptogran, a virus for the biological control of false codling moth. *South African Fruit Journal* 3(6) : 35–39.
37. Morales, J.L.; Estrada, L.; Gutiérrez, M. (Compilateurs). 2000. The cultivation of Avocado in Michoacán, 25 years of research M.C. Ramón Martínez Barrera. Faculty of Agrobiology, President Juarez. Universidad Michoacana.
38. Newett *et al.*-Queensland government (2001). Récupéré de <http://era.daf.qld.gov.au/id/eprint/1642/11/05-avoprob.pdf>
39. Newett, S. D. E., Crane, J. H., & Balerdi, C. F. (2002). Cultivars and rootstocks. *The avocado: botany, production and uses*, 161–187.
40. Newett, S., McCarthy, A., Dirou, J., Miller, J., Hofman, P., Ireland, G., Pegg, K., Kernot, I., Searle, C., Ledger, S., Waite, G. et Vock, N. (2001) Newett *et al.*. Agrilink, your growing guide to better farming guide. Manual. Agrilink Series QAL9906. Department of Primary Industries, Queensland Horticulture Institute. Brisbane, Queensland.

41. PIP Pesticides Initiative Programme (PIP) with collaboration of NRI. Crop production protocol Avocado (2011).  
[www.coleacp.org/pip](http://www.coleacp.org/pip)
42. Piteira, M. C. C., & Rodrigues Jr, C. J. (1999). *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. of cashew (*Anacardium occidentale* L.). Morphocultural studies and pathogenicity tests using cross inoculations on other tropical fruits. In [New Directions in Plant Protection], Oeiras (Portugal), 24–25 Sep 1998. EAN.
43. Quintero-Sánchez, R. 2001. The cultivation of organic Avocado in Mexico (*Persea Americana*). Bulletin of Avocado Information No. 6.  
<http://www.aproam.com/aguacater6.htm>  
Rodríguez, T.F. 1997. Ingeniería en envase y embalaje. Ed. Limusa, México, D.F.
44. Rohde, C., Mertz, N.R. et Junior, A.M., 2020. Entomopathogenic nematodes on control of mediterranean fruit fly (Diptera: tephritidae). Revista Caatinga, 33, pp. 974–984.
45. Rouse, P., Harris, E.J. et Quilici, S., 2005. *Fopius arisanus*, an egg-pupal parasitoid of Tephritidae. Overview. Biocontrol News and Information, 26(2), pp. 59–69.
46. Rowe-Fish, A. et Faber, B. (2021). Avocados and cover crops. Topics in Subtropics. Récupéré de <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=49095>
47. Sale, P. (ed.) (1997) New Zealand Avocado Growers Manual. New Zealand Avocado Growers Association, Tauranga.
48. Sarkhosh, A., Vargas, A.I., Schaffer, B., Palmateer, A.J., Lopez, P., Soleymani, A. et Farzaneh, M., 2017. Postharvest management of anthracnose in avocado (*Persea americana* Mill.) fruit with plant-extracted oils. Food packaging and shelf life, 12, pp. 16–22.
49. Schaffer, B., & Whiley, A. W. (2002). Environmental physiology. The avocado: Botany, production and uses, 135–160.
50. Schoeman, M.H. et Kallideen, R. 2018. Cercospora spot on avocado–A preliminary report on the relook at the epidemiology of the pathogen.

51. Spann, T (2019). Avocado Fertilization : The Macronutrients. In, From the Grove, Volume 9 ; Number 3, Fall 2019. California Avocado Commission.  
<https://www.californiaavocadogrowers.com/publications/from-the-grove/issue/grove-fall-2019>
52. Swiecki,T. et Bernhardt, E. (2016). How using fungicides in nurseries can increase the risk of moving *Phytophthora* to planting sites. Phytosphere Research, Version 21.  
<http://phytosphere.com/soilphytophthora/FungicidesincreasePhytophthora.htm>
53. Todd M. Gilligan et Marc E. Epstein, TortAI: Tortricids of Agricultural Importance, USDA APHIS PPQ, [Bugwood.org](http://Bugwood.org).
54. UC IPM (2016). Pest Management Guidelines: Avocado - Integrated Weed Management.  
<https://www2.ipm.ucanr.edu/agriculture/avocado/Integrated-Weed-Management/>
55. van Eeden, M. et Korsten, L., 2006. A predictive model for biological control of cercospora spot: Effect of nutrient availability.
56. Wijnands, F. et Baur, R. eds., 2012. Integrated Pest management: design and application of feasible and effective strategies. IOBC/wprs.
57. Wolstenholme, B. N. (2002). Ecology: climate and the edaphic environment. The avocado: Botany, production and uses, 71–99. Edited by AW Whaley, B. Schaffer et BN Wolstenholme, CABI Publishing.
58. Woolf AB, Cox KA, White A, Ferguson IB (2003). Low temperature conditioning treatments reduce external chilling injury of «Hass» avocados. Posth. Biol. Technol. 28(1):113–122.
59. Wu CT, Roan SF, Hsiung TC, Chen IZ, Shyr JJ, Wakana A (2011). Effect of harvest maturity and heat pretreatment on the quality of low temperature storage avocados in Taiwan. J Facul. Agric. Kyus. Univ. 56(2):255–262.
60. Knight Jr, R.J. (2002). History, Distribution and Uses. The avocado: Botany, production and uses, 71–99. Edited by AW Whaley, B. Schaffer et BN Wolstenholme, CABI Publishing.
61. Holmes, M. et Farrell, D. (1993). Orchard Microclimate as Modified by Windbreaks : A Preliminary Investigation. South African Avocado Growers' Association Yearbook 1993. 16:59–64.
62. Mead, F. (1998). avocado lace bug : *Pseudacysta perseae* (Heidemann) (Insecta : Hemiptera : Tingidae). Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry, et Jorge E. Peña, Université de Floride.  
[https://entnemdept.ufl.edu/creatures/fruit/avocado\\_lace\\_bug.htm](https://entnemdept.ufl.edu/creatures/fruit/avocado_lace_bug.htm)

63. Bender, G.S., Morse J.G. et Hoddle, M.S. (2007). Avocado Lace Bug. IPM Education and Publications, University of California Statewide IPM Program.  
<http://ipm.ucanr.edu/PMG/PESTNOTES/pn74134.html>
64. Morales Romero, L., Grillo Ravelo, H., & Hernández Rodríguez, V. (2000). Biology of *Pseudacysta perseae* (Heid.)(Heteroptera : Tingidae) at constant temperature. *Centro Agrícola*, 27(3), 39–41.
65. Erichsen, C., & Schoeman, A. S. (1992). Economic losses due to insect pests on avocado fruit in the Nelspruit/Hazyview region of South Africa during 1991. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*, 15, 49–54.
66. Ali, M. and Ewiess, M.A. (1977), Photoperiodic and temperature effects on rate of development and diapause in the green stink bug, *Nezara viridula* L. (Heteroptera: Pentatomidae). *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 84: 256-264.
67. Chanthy, P., Martin, R. J., Gunning, R. V., & Andrew, N. R. (2015). Influence of temperature and humidity regimes on the developmental stages of green vegetable bug, «*Nezara viridula*» (L.) (Hemiptera : Pentatomidae) from inland and coastal populations in Australia. *General and Applied Entomology: the Journal of the Entomological Society of New South Wales*, 43, 37–55.
68. McLean, Donald Lewis, «The Biology of the soft brown scale, *Coccus hesperidum* Linn. and its control in the greenhouse.» (1955). Masters Theses 1911 - February 2014. 2903. Récupéré de  
<https://scholarworks.umass.edu/theses/2903>
69. Denmark HA. 1980. Broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks). FDACS-DPI Bureau of Entomology Circular No. 213. 2 pp.
70. UC IPM, 2016. UC IPM Pest Management Guidelines : Avocado. UC ANR Publication 3436.  
<https://www2.ipm.ucanr.edu/agriculture/avocado/Fruit-and-stem-end-rots/>



# GROWING PEOPLE

AVRIL 2023