



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECH
SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la
Vie

جامعة الإخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : Microbiologie.

قسم : ميكروبيولوجي

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biotechnologie

Spécialité : Mycologie et Biotechnologie fongique

Intitulé :

L'anthracnose de la banane

(*Colletotrichum musae*)

Présenté et soutenu par : Djarbellou Sandra
Bouldjoua Meriem

Le : 14/ 09/ 2021

Jury d'évaluation :

Président du jury : AbdelAziz Ouided (MCB- UFM Constantine 1).

Examineur: Boucherit Zayneb (AAM- UFM Constantine 1).

Promoteur : Almi Hiba (MCB- UFM Constantine 1).

Année universitaire
2020- 2021

Remerciements

Au terme de ce travail de mémoire de master, les mots justes sont difficiles à trouver pour exprimer nos remerciements.

À « Allah », le tout puissant, qui nous a accordés le courage et la patience pour élaborer ce modeste travail.

Avant de présenter ce travail, Nous tenons à remercier tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, ont contribué à sa réalisation :

Nous remercions les membres du jury d'être venus nous lire attentifs à notre mémoire ainsi qu'aux remarques qu'ils nous feront lors de cette soutenance afin d'améliorer notre travail.

Un très grand merci à notre encadreur Mme Almi Hiba pour sa gentillesse, ses précieux conseils, sa bienveillance et son soutien tout au long de la réalisation de notre mémoire. Nous rendons un vibrant hommage aux membres du jury de ce mémoire qui ont accepté de juger ce travail.

Le doyen de la faculté des sciences de la nature et de la vie, professeure Dhimat pour ses multiples conseils et les efforts déployés par son équipe afin de nous assurer une formation de qualité.

Nous remercions chaleureusement tous nos enseignants de Master 2. Nous leur sommes reconnaissantes d'avoir su nous faire profiter des connaissances scientifiques relatives à la mycologie.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

A ma mère

' Tu m'as donné la vie, la tendresse le courage pour réussir.

*Tout ce que je peux t'offrir ne pourra exprimer l'amour et la reconnaissance
que je te porte.*

*En témoignage, je t'offre ce modeste travail pour te remercier pour tes
sacrifices et pour l'affection dont tu m'as toujours entourée.'*

A mon père

*' L'épaule solide, l'oeil attentif compréhensif et la personne la plus digne de
mon estime et de mon respect.*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments, que Dieu te préserve et
te procure santé et longue vie.'*

*A mon frère mohamed elsaddik, mes sœurs yassmine et yousra qui n'ont pas cessé de
me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études .Que Dieu les
protégé et leur offre la chance et le bonheur.*

*A toute ma famille, surtout ma tante benamira souheila source d'espoir et de
motivation. Que Dieu leur donne une longue et joyeuse vie.*

A tous mes amies, tout particulièrement yasmine.

*A merieme, chère amie avant d'être binôme, merci pour son soutien moral, sa
patience et sa compréhension tout au long de ce projet*

A vous cher lecteur

Sandra

Dédicace

Je remercie, tout d'abord, Dieu tout puissant, pour avoir guidé mes pas vers un avenir inshallah prometteur, où le travail, la persévérance et la quête du savoir seront ma devise. Je dédie ce travail à :

À Ma mère adorable, qui a œuvré pour ma réussite de par son nom, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, recevez à travers ce travail aussi modeste soit-il l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

À mon père, peut être fière et trouver ici les résultats de longues années de sacrifice, merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venue de vous ;

À ma grande sœur Imene, Aucune dédicace ne peut exprimer mon amour et ma Gratitude de t'avoir comme sœur. Je ne pourrais jamais imaginer la vie sans toi, tu es la sœur qui assure Sone rôle comme il faut, je n'oublierais jamais ton Encouragement et ton soutien le long de mes études.

À Ma petite sœur Nada , à tous les moments d'enfance passés avec toi ma sœur en gage de ma profonde estime pour l'aide que tu m'as apporté. Tu m'as soutenu, et encouragé.

À mon unique frère Zaki, Ces quelques lignes, ne sauraient traduire le profond amour que je te porte. Ta bonté, , ton encouragement tout Au long de mes années d'étude, ton amour et ton affection, Je trouve en toi le conseil du frère et le soutien de L'ami.

À ma unique tante Linda, qui m'a soutenu et encouragé dans tous les domaines et surtout pour réaliser ce mémoire.

À mes chères amies : Nardjis AnfeL Sandra kamar Rahma ...

En souvenir des moments heureux passés ensemble, Avec mes vœux sincères de réussite, bonheur, santé et de prospérité.

Meriem

Résumé

La banane est le fruit le plus consommé au monde. Cependant, les bananeraies sont souvent exposées à la maladie causée par l'un des champignons pathogènes Colletotrichum musae. Il est responsable de l'antracnose du bananier, l'une des maladies les plus dangereuses des bananes mûres, symptômes de l'antracnose inclure des lésions noires et enfoncées avec des grumeaux. Spore ou blessures dans la brûlure, l'infection commence généralement pendant le développement du fruit mais reste au repos jusqu'à ce que le fruit mûrisse, cependant l'infection pendant les stades post-récolte ou de maturation est responsable de pertes économiques importantes, rendant le fruit invendable, Il existe différentes méthodes de lutte peuvent être envisagées contre cette maladie : la lutte biologique ; la lutte physique ; La lutte génétique ; et la lutte chimique qui est Actuellement, le principal moyen de lutte contre l'antracnose avec des fongicides.

Mots clés : Banana, Anthracnose, *Colletotrichum musae* .

Abstract

Bananas are the most consumed fruit in the world; however, banana plantations are often exposed to disease caused by one of the pathogenic fungi Colletotrichum musae, which is responsible for banana anthracnose, one of the most dangerous diseases. Ripe bananas, symptoms of anthracnose include dark, sunken lesions with lumps. Spore or wounds in the blight, infection usually begins during fruit development but remains at rest until the fruit ripens, however infection during postharvest or ripening stages is responsible for significant economic losses, making the fruit unsaleable, There are different methods of control can be considered against this disease: biological control; physical struggle; Genetic struggle; and chemical control which is currently the main means of combating anthracnose with fungicides.

Keywords : Banana , Anthracnose , *Colletotrichum musae* .

ملخص

موز هو الفاكهة الأكثر استهلاكاً في العالم، ومع ذلك، غالباً ما تتعرض مزارع الموز للأمراض التي يسببها أحد الفطريات المسببة للأمراض Colletotrichum musae ، وهي المسؤولة عن أنثراكنوز الموز ، وهو أحد أكثر الأمراض خطورة ، الآفات الغائرة الداكنة مع وجود كتل. الجروح أو الجروح في اللقحة، وعادة ما تبدأ العدوى أثناء نمو الثمار ولكنها تظل في حالة راحة حتى تتضج الثمار، ولكن العدوى خلال مراحل ما بعد الحصاد أو التضج تكون مسؤولة عن خسائر اقتصادية كبيرة، مما يجعل الثمار غير قابلة للبيع، هناك طرق مختلفة للسيطرة يمكن النظر ضد هذا المرض: مكافحة البيولوجية; النضال الجسدي; الصراع الوراثي; والسيطرة الكيميائية التي هي حالياً الوسيلة الرئيسية لمكافحة الجمره الخبيثة مع مبيدات الفطريات.

الكلمات الدالة: الموز انثراكنوز كوليتوتريشوم موسي .

Liste abrégations

Brix°	degré brix
C°	degré celsius
Dvv	durée de vie verte des fruits
h.	heure
KGy	kilogray
m ²	mètre carré
min	Minute
mm.	millimètre
UV	rayonnement ultra-violets
2n.	nombre de chromosome
µm	Micromètre
%.	Pourcentage

Liste des figures

Figure 1	Diagramme de la classification des cultivars à fruits parthénocarpiques (Lassoudière, 2007).	4
Figure 2	Schéma d'un plant de bananier (Cirad)	7
Figure 3	Coupe schématique dans une souche de bananier (adaptée de j.Champion, 1963)	7
Figure 4	Schéma général d'un bananier en phase de fructification	8
Figure 5	Echelle colorimétrique standard pour les bananes dessert du sous-groupe Cavendish en fonction du stade de maturation (Source : Fruidor).	11
Figure 6	(a) Jaunissement et flétrissement des feuilles et (b) Pourriture du pseudo tronc de l'extérieur vers l'intérieur (ISABU, 2013)	12
Figure 7	<i>Pentalonia nigronervosa</i>, vecteur de BBTv, (a) forme ailée (b) en colonie (ISABU, 2012)	12
Figure 8	stries dues au virus du BSV (Source : www.IITA.org)	13
Figure 9	(a) Jaunissement et flétrissement des feuilles, (b) brunissement des gaines causés par la fusariose (ISABU, 2012)	14
Figure 10	Anthracnose pré récolte de banane (ISABU 2012).	15
Figure 11	Acervules et conidies de <i>Colletotrichum musae</i>. (a) Coupe transversale dans une acervule de <i>Colletotrichum musae</i>. (b) Conidies <i>Colletotrichum sp</i> colorée par le bleu trypan (tiré de de Lapeyre de Bellaire ,1999) .	18
Figure 12	Cycle infectieux l'anthracnose du bananier (de Lapeyre, 1999) .	20
Figure 13	Germination et formation d'un appressorium à partir d'une conidie de <i>Colletotrichum musae</i>, d'après Swinburnes (1976).	23
Figure 14	l'anthracnose de quiescence de banane	24
Figure 15	L'anthracnose de blessure de la banane	25
Figure 16	la pourriture de couronne	26

Liste des tableaux

Tableau 1	Principaux cultivars à fruits comestibles (Lassoudière, 2007).	4
Tableau 2	Opérations subies par les produits de récoltes à la station d'emballage (Chillet, 2003).	9
Tableau 3	Liste non exhaustive des espèces du genre <i>Colletotrichum</i> et des plantes qu'ils infectent (adaptée de Skipp et al. 1995)	17
Tableau 4	Données bibliographiques sur les différentes espèces fongiques isolées à partir des pourritures de couronnes, dans différentes zones de production (de Lapeyre, 1999)	27

Table de matières

Remerciements	
Dédicace	
Résumé	
Liste abrégées	
Liste Des Figures	
Introduction	1
Chapitre 01 : La banane et le bananier	
1. Origine et élément de taxonomie	3
2. Aspect botanique	6
2.1 Appareil végétatif	6
2.2 L'inflorescence	6
3. Aspect agronomique	8
3.1 De la floraison à la récolte	8
3.2 De la récolte au transport	9
4. La banane	9
Chapitre 02 : L'anthracnose	
1. Les maladies et ravageurs du bananier	12
1.1. Maladies bactériennes	12
1.2. Maladies virales	13
1.3. Maladies fongiques	14
2. L'anthracnose	15
3. Le genre <i>Colletotrichum</i>	16
3.1 Caractéristique du genre	16
3.2 Cycle infectieux de l'anthracnose du bananier	19
4. Eléments épidémiologiques	21

4.1 La dispersion et l'adhérence des spores	21
4.2. Modes de pénétration	22
5. Les différentes altérations associées à <i>Colletotrichum musae</i>	24
5.1 l'antracnose des fruits	25
5. 2. La pourriture de couronne	26
Chapitre 03 : Les moyens de lutte contre l'antracnose	
1. Les différents moyens de lutte contre l'antracnose	29
2. La Lutte avant récolte	29
3. La lutte après récolte	29
3.1. Lutte chimique	29
3.2. Lutte physique	29
3.3. Lutte génétique	30
3.4. Lutte biologique	30
Conclusion	33
Références Bibliographiques	35

Introduction

La banane est un fruit très nourrissant. Cet aliment dense est source de sucres naturels : le saccharose, le glucose, l'amidon et le fructose. Pourtant, consommer de la banane permet de régulariser la glycémie (taux de sucre dans le sang) ; elle a un profil nutritionnel bien à elle. Entre autres, elle renferme divers nutriments essentiels à la bonne santé de l'organisme.

De plus Les bananes sont des cultures pérennes à croissance rapide qui peuvent être récoltées tout au long de l'année.

La commercialisation des bananes d'exportation est gravement compromise par leur coût de production élevé et par leur qualité. L'Etat sanitaire des bananes qui est un élément important de leur qualité après la récolte. (Joas et Malisart, 2001). Au fait cette qualité est exacerbée par Maladies bactériennes (flétrissement bactérien) ; maladies virales (la maladie du Brunchy Top qui causé par un virus appelé Banana Brunchy TopVirus « BBTV » (Benoit *et al.*, 2019). et aussi des maladies fongique (l'antracnose) (Jones, 2000), qui est un maladie poste récolte très important (de Lapeyre, 1997), causée par *Colletotrichum musae*.

L'antracnose constitue pour plusieurs productions végétales une maladie importante qui engendre des pertes post récoltes Considérables. Cette maladie se manifeste par des lésions sur le fruit. En raison du développement du champignon (Julan, 2004), les lésions brunes deviennent alors noires et se couvrent de spores de couleur saumon comme les conidies de *Colletotrichum musae*.

Les mécanismes de pénétration de *Colletotrichum musae* ont fait l'objet d'un grand nombre de travaux. Il en résulte que plusieurs modes de pénétration sont possibles : par les ouvertures naturelles des plantes (stomates, blessures) et par pénétration directe au niveau de la cuticule. La pénétration directe est le moyen le plus commun de pénétration des tissus (Bailey *et al.*, 1992).

Les symptômes graves sont généralement visibles quand le fruit devient Trop mûr, les lésions sont noires. Au fur et à mesure que les fruits mûrissent les lésions S'agrandissent et la pulpe des fruits peut être envahie entraînant une putréfaction aqueuse (Meredith, 1965).

Le but de ce travail est les différents moyens de lutte on la lutte biologique, physique... Etc. Au fait, La lutte chimique n'apporte pas toujours de réponse satisfaisante. En effet, elle est parfois inefficace selon les zones de production et les périodes de l'année, et de plus des résistances aux fongicides se sont développées chez les différentes espèces fongiques impliquées. Enfin, il y a un intérêt croissant à développer des méthodes de lutte alternatives à la lutte chimique. En effet, ces traitements post-récolte posent deux problèmes cruciaux : les

risques de résidus présents dans les fruits et la nécessité de retraitement des bouillies fongicides rejetées autour des stations de conditionnement après l’emballage.

Dans le premier chapitre de cette mémoire seront présentés des généralités sur la banane et le bananier.

Dans le deuxième chapitre seront présentés l’antracnose.

Dans le troisième chapitre seront présentés les moyens de lutte contre l’antracnose.

Enfin, nous présenterons une conclusion générale.

Chapitre 01

La banane et le bananier

1. Origine et élément de taxonomie

Le bananier est originaire d'Asie du sud-est où il est trouvé de l'Inde à la polynésie (Stimmonds, 1962) et son centre de diversification semble être la Malaisie ou l'Indonésie. La banane est le fruit du bananiers, plante monocotylédone appartenant à l'ordre des Scitaminales ou zingibérales, et à la famille des Musacées, cette famille comprend deux genres, *Musa* et *Enset* (Stover et Stimmonds, 1987)). Le genre *Musa* regroupe des bananiers du type sauvage et cultivar. Le bananier sauvage appartient à la section *Eumusa* et possède un génome diploïde ($2n=22$) et se multiplie végétativement ou par voie sexuée. Les deux espèces sauvages *Musa acuminata* colla (génome AAw) et *Musa balbisiana* colla (génome BBw) sont à l'origine de la grande majorité des espèces cultivées qui sont triploïdes. (Figure 1)

Il faut différencier deux grands types de bananes comestibles : les bananes qui se consomment à l'état frais et plutôt riche en sucres sont qualifiées de type « dessert », et les bananes consommées cuites et celle plutôt riche en amidon dites « à cuire », comprenant notamment les plantains. Les bananiers exportés sont principalement des bananes « dessert » dominées par les variétés du sous-groupe « Cavendish » ; les bananiers « à cuire » sont surtout des hybrides triploïdes avec deux génomes *acuminata* et un génome *balbisiana* (AAB), à l'instar des bananiers plantains. (Tableau 1)

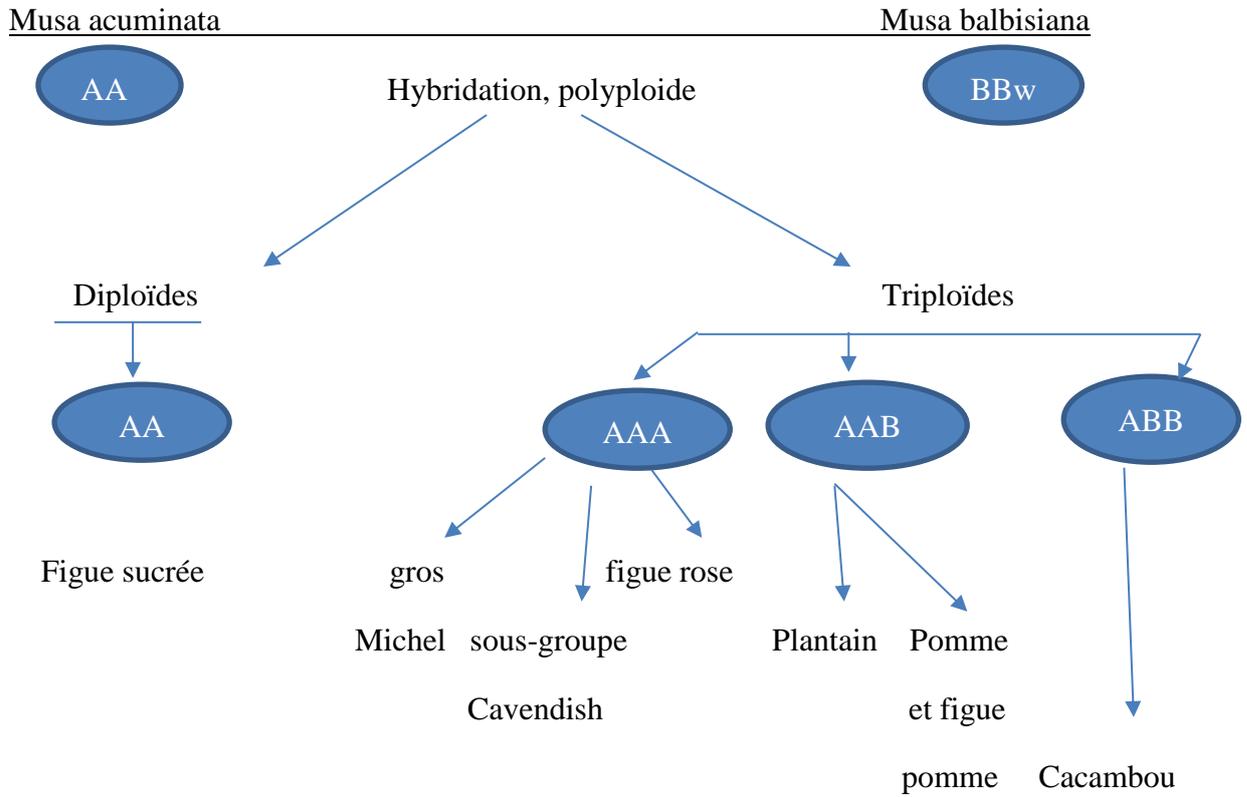


Figure 1 : Diagramme de la classification des cultivars à fruits parthénocarpiques (Lassoudière, 2007).

Tableau 1: Principaux cultivars à fruits comestibles (Lassoudière, 2007).

Groupe	Sous-groupe	Cultivar	Type de fruit
AA	Sucrier	Pisang mas, frayssinette, sucrée, figue	Dessert
	Pisang lilin	Pisang lilin	Dessert
	Pisang berangan	Pisang berangan	Dessert
	Lakatan	Lakatan	Dessert
AAA	Cavendish	Lactan poyo, williams, grande Naine, petite Nain	Dessert
	Gros michel	Gros Michel, Cocos, Highgate	Dessert
	Figue rose	Figue rose, figue verte	Dessert à bière, à cuire
	Lijugira Ibota	Fututu, Mujuba Yangambi km5	Dessert Dessert
AB	Ney Boven	Safet velchi, Sukari	Dessert acide
AAB	Figue pomme	Maça ,Silk	Dessert acide
	Pomme	Prata	Dessert acide
	Mysore	Pisang gylan	Dessert acide
	Pisang kelat	Pisang kelat	A cuire
	Pisang rajah	Pisang bulu	A cuire
	Plantains	Cultivars french	A cuire
	Plantains	Cultivars faux corne	A cuire
	Plantains	Cultivars corne	A cuire
	Popoulou	popoulou	A cuire
	Laknao	laknao	A cuire
	Pisang mangka	pisang mangka	A cuire
ABB	Bluggoe	Bluggoe, Matavia ,potean, Cacmbou	A cuire
	Pelepita	Pelepita	A cuire
	Pisang awak	Fougamou	Dessert
	peyau	Peyau	A cuire

2. Aspect botanique

2.1 Appareil végétatif

Le bananier est une herbe géante dont le pseudo-tronc est formé par l'emboîtement des gaines foliaires (Champion, 1963). Elle n'a pas de tige végétative aérienne. Sa tige vraie constitue un rhizome qui est le centre vital du bananier, lieu de formation des racines, des feuilles et de l'inflorescence (Lassoudière, 2007).

Les feuilles sont émises par le méristème terminal de la tige vraie souterraine improprement appelée « bulbe ». Ainsi donc, les feuilles les plus jeunes se trouvent au sommet du pseudo-tronc et les plus vieilles à la base. Le méristème apical se trouve au niveau du sol et met en place les feuilles qui croissent pour émerger en haut de la couronne. La surface du limbe est importante et l'ensemble du feuillage confère à la plante une surface foliaire de 17 à 25 m² lorsque toutes les feuilles ont été émises. Leur durée de vie est comprise entre 70 et plus de 200 jours. Puis le pétiole se plie, la feuille pend le long du pseudo-tronc et devient progressivement sénescence (Stover et Simmonds, 1987).

Ainsi que le méristème central induit la croissance et l'allongement de la tige vraie au cœur du pseudo-tronc, puis l'émergence de l'inflorescence (Figure 2 et 3).

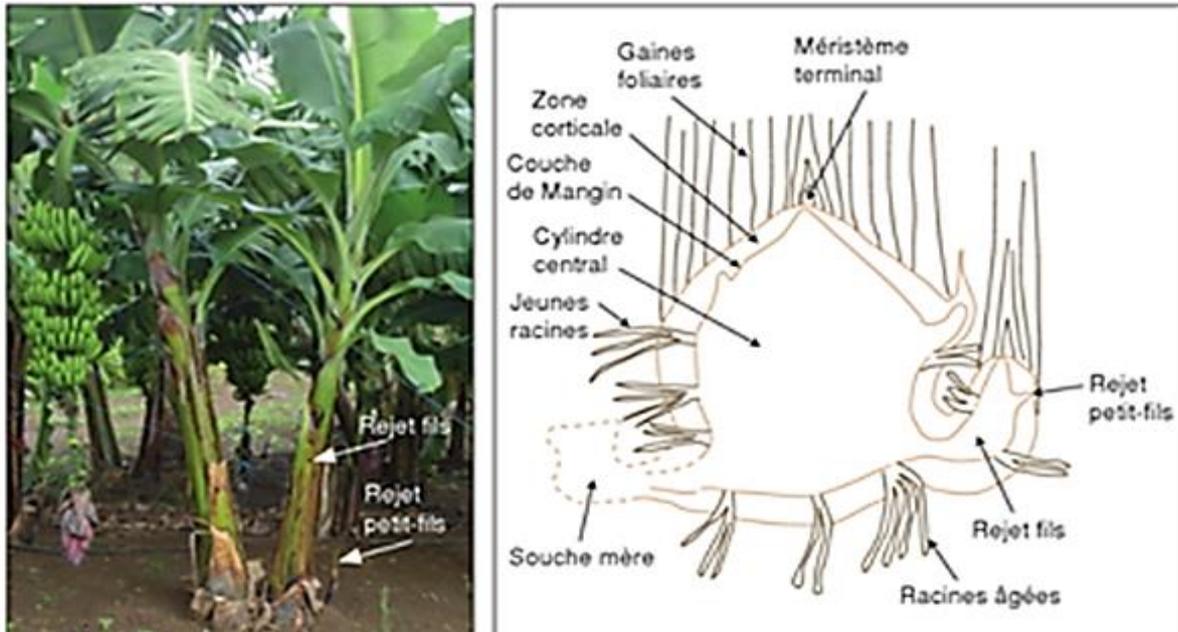


Figure 2 : Schéma d'un plant de bananier (Cirad) Figure 3 : Coupe schématique dans une souche de bananier (adaptée de j.Champion, 1963).

2.2 L'inflorescence

L'inflorescence prend naissance à partir du méristème apical du cormus après l'initiation florale. Elle reste dans le pseudo-tronc au niveau du sol, pendant deux mois environ, mais monte rapidement une fois que les 2 à 4 dernière feuille sont sorties. Elle émerge alors du sommet du pseudo-tronc suite au déploiement de la dernière feuille. Cette étape est appelée la jetée (Swennen et Vuylsteke, 2001).

L'inflorescence est indéfinie et forme une grappe. Elle est constituée de spathes imbriquées, disposées en hélice, à l'aisselle desquelles naissent les rangées simples ou doubles de fleur. Celles-ci reposent sur des protubérances appelées glomérules, coussinets ou couronnes .

Les fleurs qu'elles soient mâles ou femelles, sont zygomorphes de type 3 complexe.

Ces fleurs sont la plupart du temps caduques .les fleurs femelles, formées en premier, ont un ovaire intérêt trilobulaire avec un style épais et court. Les 5 étamines sont réduites à des staminodes l'ovaire augmente de volume sans fécondation et constitue « le doigt » ou banane.(figure 4)

Formé de la peau (péricarpe) et de la pulpe (endocarpe), le doigt est relié au coussinet par un pédicelle.

Les fleurs mâles ont un ovaire réduit, avec un style filiforme et long .les 5 étamines sont normales. Ces fleurs sont la plupart du temps caduques (Lassoudière, 2007) .

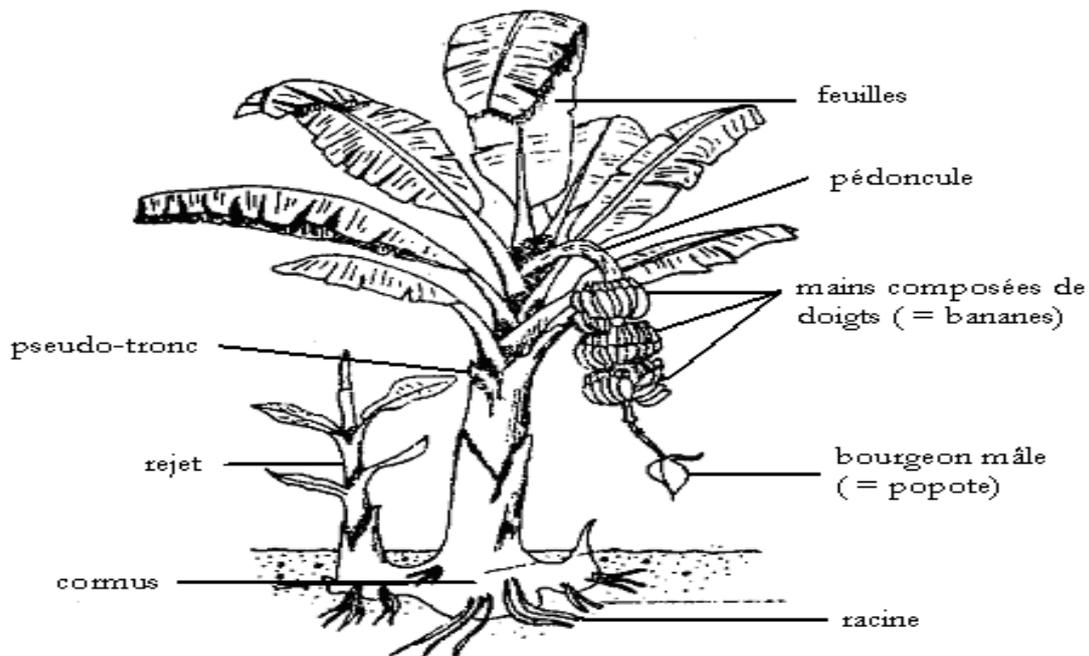


Figure 4 : Schéma général d'un bananier en phase de fructification.

3. Aspect agronomique

3.1 De la floraison à la récolte

La production de bananes nécessite certaines procédures et processus nécessaires pour obtenir un produit de bonne qualité. Le dernier est du champ et c'est de la floraison à la récolte. Le début du régime est annoncé, les feuilles gênantes sont enlevées dès l'apparition des fleurs, peut-être pour gêner la croissance du fagot, ou risquer d'endommager le fruit en frottant, au stade du doigt horizontal (de Lapeyre, 1999), le bourgeon mâle et les fausses mains sont enlevés pour la croissance de la croissance de la main supérieure au stade de la floraison, ce processus aide à bien allonger les doigts. Lorsque les fruits atteignent un stade appelé doigts horizontaux, c'est-à-dire que les derniers doigts d'une main féminine sont suffisamment horizontaux 34 mm, grappes dont les fruits poussent entre 60 à 180 jours selon les conditions climatiques, la majorité des agriculteurs déterminent la date de coupe en utilisant la valeur calorifique associée au degré (Lassoudière, 2007).

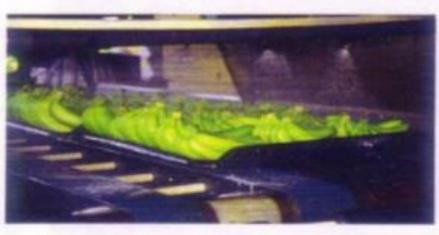
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Découpe des mains de bananes (dépattage) 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Découpe des bouquets. ▪ Cette manipulation peut engendrer divers blessures (chocs contre le bac, de couteau, etc) 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Traitement fongicides des fruits par pulvérisation 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Emballage en cartons 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chargement des cartons en containers branchés a un mur de froid 	

Tableau 2 : Opérations subies par les produits de récoltes à la station d’emballage (Chillet, 2003).

3.2 De la récolte au transport

Lorsque l'emballage a atteint la plage de température requise, environ 900 degrés par jour à partir de la dernière phase de floraison horizontale, les grappes de bananes sont récoltées manuellement. La tige de la fleur est fendue et le paquet est placé sur une "épaulière" (Figure 5)

Une fois les fruits récoltés, plusieurs étapes différentes sont réalisées comme suit (de Lapeyre ,1999) :

- Enlèvement des parties florales ;
- Découpe à la main ;
- Couper en bouquets et apposer des étiquettes de marque sur les fruits ;
- Traité avec un pesticide.

Les caisses sont conditionnées et placées sur des palettes et stockées dans des conteneurs réfrigérés à 13 degrés afin de ralentir l'activité métabolique des fruits, puis chargées dans des bateaux pour l'exportation de banane

4. La banane

La banane est le fruit le plus consommé au monde ; il existe deux grandes familles de bananes : les bananes à cuire dont le mode de consommation s'apparente à celui d'un légume et les bananes dessert généralement consommées crûes (banane sucrées).

La banane fait partie des produits agricoles qui occupent les premières rangs elle est la quatrième après le riz. Elle occupe le premier rang de la production fruitière, avec un peu plus de 100 millions de tonnes en 2003 (Lassoudière, 2007).

La vie des fruits climactérique comportent quatre phases :

- La phase de croissance et de développement ;
- La phase pré-climactérique ou durée de vie verte (DVV) qui, dans le cas de la banane d'exportation Cavendish, se déroule juste après la récolte du régime ;
- La crise climactérique ;
- La phase post-climactérique ou maturation.

Les stades de maturation des bananes et des plantains couramment comestibles sont déterminés à partir de différentes caractéristiques du fruit : la couleur de la peau et de la pulpe, la fermeté de la pulpe, l'extrait sec soluble, le taux d'humidité et la teneur en matière sèche.

La maturation de banane est classée en huit stades liés à la couleur de la peau. Généralement dans le commerce sept stades de maturation sont déterminés visuellement (Li *et al.*, 1997) (Figure 6)

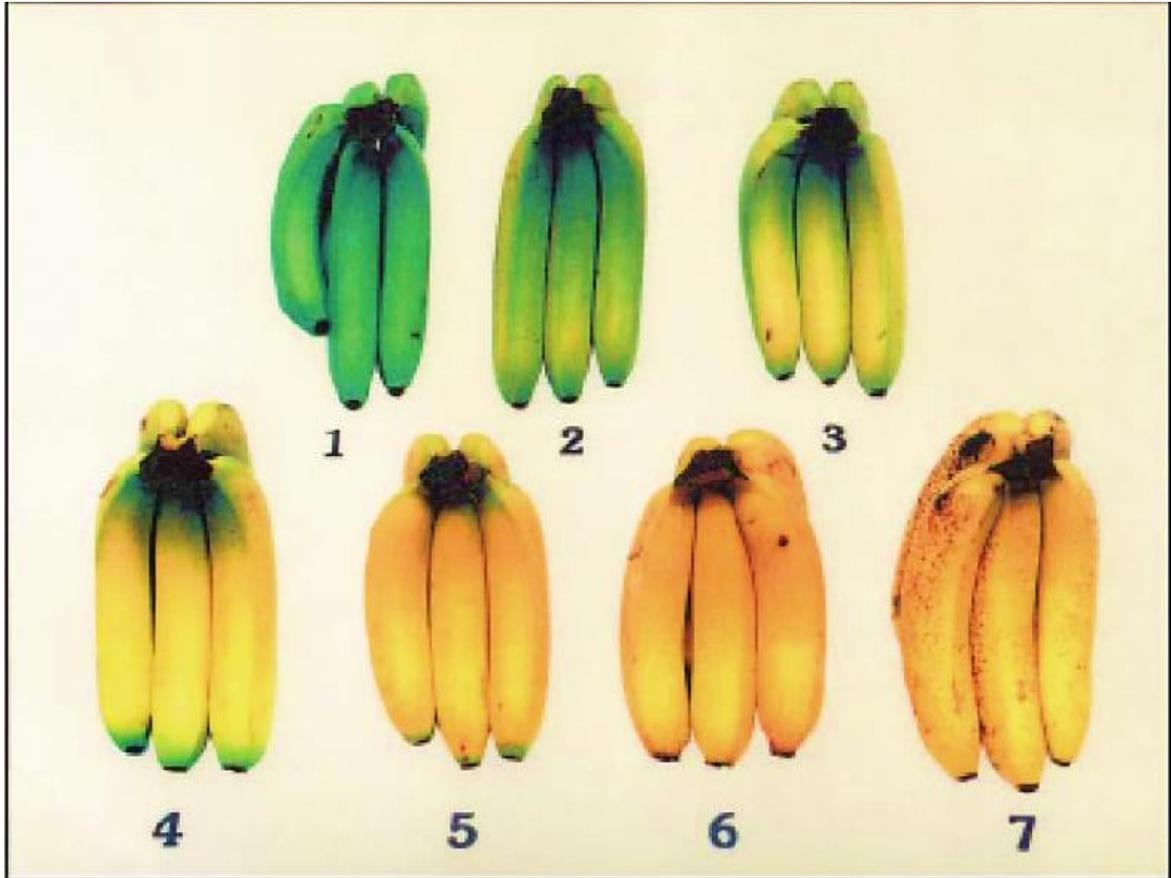


Figure 5: Echelle colorimétrique standard pour les bananes dessert du sous-groupe Cavendish en fonction du stade de maturation : 1 Vert 2 Vert claire 3 Tournant Vert 4 Tournant Jaune 5 Jaune à extrémités Vert 6 Jaune 7 Tigrée (Source : Fruidor).

Chapitre 02

L'anthracnose

1. Les maladies et ravageurs du bananier

Les principaux facteurs limitant la production de bananes et plantains continuent d'être les maladies et les ravageurs. Donc, il est nécessaire de connaître les afin que pour éviter et contrôler leur propagation dans les champs. Les dommages causés par les parasites et les ravageurs peuvent être directs ou indirects. Directement, ils provoquent la destruction de la cellule hôte pour nourrir les ravageurs. Ils se produisent dans la forme de défauts, nécroses, les taches, la pourriture et peuvent conduire à nanisme ou plantes en baisse. Indirectement, ils agissent via des substances émises soit par le parasite, soit par la plante en réaction à son attaque. Il existe également des ravageurs qui défavorisent la production de la banane Les ravageurs les plus importants sont les chansons noir ; Cosmopolites et les nématodes comme *Radopholus similis* : est le plus répondu (Sarah *et al.*,1996).

1.1. Maladies bactériennes

➤ Le flétrissement bactérien du bananier ou « banana Xanthomonas Wilt »

Il existe plusieurs maladies bactériennes la plus fréquente est le flétrissement bactérien. Banana Xanthomonas Wit (BXW) qui est maladie causée par la bactérie « *Xanthomonas campestris pv.Musacearum* ». (ASSOBACAM l'août 31, 2009) (Figure 6).



Figure 6 : (a) Jaunissement et flétrissement des feuilles et (b) Pourriture du pseudo tronc de l'extérieur vers l'intérieur (ISABU, 2013).

1.2. Maladies virales

➤ La maladie des extrémités buissonnantes du bananier

La maladie du Bunchy top du se retrouve partout dans le pays. Cette maladie est causée par un virus appelé Banana Bunchy top virus (BBTV) (Benoit *et al.*, 2019).ce dernier se propage par la multiplication végétative des plants infectés. (Bizimana *et al.*, 2012 ; Lepoivre,2003) (Figure7).

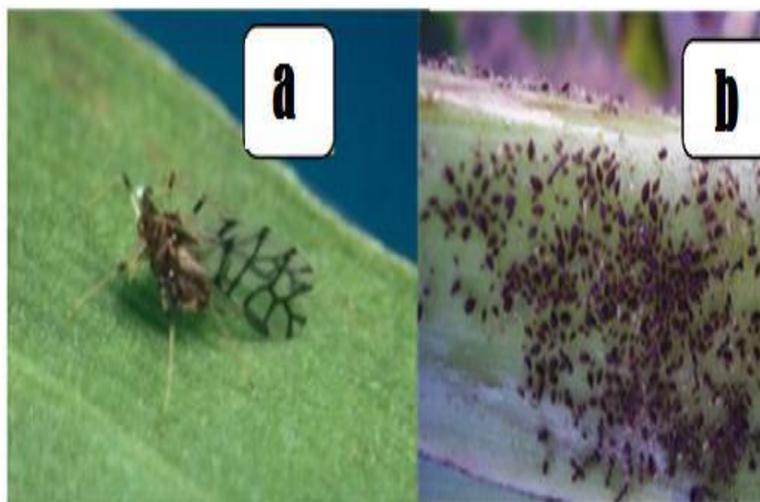


Figure 7 : Pentalonía nigronervosa, vecteur de BBTv, (a) forme ailée (b) en colonie (ISABU, 2012).

➤ **La mosaïque de bractées**

La mosaïque des bractées du bananier est une maladie causée par le virus de la mosaïque des bractées du bananier (BBrMV). Elle se caractérise par la mosaïque et lésions fusionnées sur le limbe.

➤ **La mosaïque en plage et la mosaïque en tirets**

La mosaïque en plage du bananier est due au virus de la mosaïque du concombre (CMV) et la mosaïque en tirets du bananier est due au virus *Banana Streak Virus* (BSV) (figure 8). ces deux maladies réduisent la croissance de la plante et le poids de régime. (Kumar *et al.*, 2009).



Figure 8 : stries dues au virus du BSV (Source : www.IITA.org).

II. 1.3. Maladies fongiques

➤ La fusariose ou la maladie de Panama

Les champignons liés à la banane sont généralement responsables de maladies telluriques des fruits et des feuilles. Les maladies sont connues sous le nom de *Fusarium oxysporum f. sp.* Maladie de Cubens au Panama. (Jones, 2000).



Figure 9: (a) Jaunissement et flétrissement des feuilles, (b) brunissement des gaines causés par la fusariose (ISABU, 2012).

➤ Les cercosporioses

Les maladies s'attaquant aux feuilles sont principalement celles causées par les *Mycosphaerella spp.* (Carlier *et al.*, 2003). La maladie de la raie noire ou noir de la banane et de la banane plantain est causée par le champ *Paracercospora fijiensis* (ancien nom *Mycosphaerella fijiensis*). La cercosporiose jaune ou maladie de Sigatoka est causée par *P. musicola*, la banane dessert est sensible aux deux maladies, les deux formes de la maladie peuvent coexister sur un même plant (Lapeyre et Fourré, 2013).

Les maladies post-récolte sont l'antracnose et la pourriture de la couronne, causée notamment par *Colletotrichum musae* (Wardlaw, 1931 ; Ploetz *et al.*, 2004).

2. L'anthraxose

L'anthraxose est une modification de la production végétale due à des champignons phytopathogènes appartenant au genre Colletotrichum. Ces champignons infectent un grand nombre de fruits, provoquant la nécrose et la pourriture des cultures (Prusky *et al.*, 2000, Bailey et JEger., 1992). Par le genre Colletotricha, ils se trouvent dans le monde entier, cependant, les plus importants sur le plan économique sont ceux qui attaquent les cultures de rente telles que le coton, le café, les haricots et les fruits tropicaux tels que les bananes, les mangues et la papaye (Waller, 1992). L'anthraxose est la principale maladie fongique après la récolte. De nombreuses usines d'exportation ont un rôle dans l'économie des petits pays en développement. Les pertes causées par la maladie peuvent avoir un impact important sur le plan macroéconomique (Waller, 1988), alors qu'au niveau microéconomique, elle a un impact significatif sur la vie de nombreuses personnes car les faibles rendements des cultures, d'autant plus qu'ils dépendent pour leur subsistance des marchés locaux pour l'alimentation. Ce genre microbien se propage dans de nombreuses régions du monde avec une majorité dans les tropiques. Il conduit généralement à une grande économie pertes dues à des maladies causées par des espèces appartenant à ce genre, qui ont un impact négatif de manière négative sur les produits végétaux mondiaux de céréales, légumineuses et fruits exportés (Waller, 1992). Après la récolte des fruits, l'eau de lavage circule sans désinfection, ce qui est une source de contamination. Le stockage des fruits dans le hangar à une température et une humidité suffisantes favorise la croissance des micro-organismes pathogènes et leur permet de bien se fixer sur le fruit. Lors du transport vers les marchés, les conditions environnementales (températures et humidité élevées) favorisent leur croissance.



Figure 10 : Anthracnose pré récolte de banane (ISABU 2012)

3. Le genre *Colletotrichum*

3.1 Caractéristique du genre

Les problèmes causés par *C.musae* se rencontrent sur une large gamme de plantes aussi bien en qu'en post récolte et ce partout dans le monde. *C.musae* est également l'agent responsable de l'antracnose du bananier (Jeffries *et al.*, 1990)

Le genre *Colletotrichum* regroupe les champignons imparfaits cloisonnés appartient à l'ordre de Mélanconiales, de la classe Coelomycetes. (Lapeyre de Bellaire, 1999). Les acervules contiennent des conidiophores qui produisent des conidies. Les acervules ont d'abord été retrouvées dans les fruits mais peuvent être présents dans les pédoncules, les pétioles et occasionnellement dans les feuilles. Les acervules sont arrondies, allongées et éclatées jusqu'à 400µm de diamètre. Elles sont composées de pseudo-parenchymes épidermaux et subépidermaux de couleur brun-pâle qui deviennent subhyaline vers la région des conidiophores (Muirhead et Jones, 2000).

Les conidiophores sont utilisés ou forment un très grand nombre de masses sporulées de couleur saumon, qui donnent à l'élevage un aspect orange (Branette et Hunter., 1972), les colonies de *C.musae* sont lâches avec un mycélium aérien blanc, qui prend ensuite une couleur orange. Plusieurs masses noires semblables à des acervules, se développent après dix jours d'incubation à 25°C, avec des masses de conidies orange foncé (Lim *et al.*, 2002)

En fonction de l'importance de la sporulation. De nombreux et largement distribués spores sont produites dans sporifères masses d'un bleu couleur.

Les conidies sont hyalines, unicellulaires non septées de forme ovale, environ 9-5×18-10µm (Cox et Lrwin, 1988), à ellipsoïdale ou cylindrique et sont souvent fasciées à la base (Muirhead et Jones ,2000) et produites apicalement sur les conidiophores contenus dans des acervules (Jones ,1999).

Son contenu est granuleux, mais il y a un point non granuleux au centre de la conidie souvent attaché à l'une des deux parois de la spore et différenciant l'apparition brun foncé sévèrement lobée.

Le tableau 3 donne la liste des différentes espèces de *Colletotrichum* responsables d'antracnose et les différentes plantes qu'elles infectent.

Tableau 3: Liste non exhaustive des espèces du genre *Colletotrichum* et des plantes qu'ils infectent (adaptée de Skipp *et al.*, 1995).

Espèces	Hôtes
<i>Colletotrichum acutatum</i>	Fraise,pomme,aubergine, café ,avocat,tomate,papaye
<i>Colletotrichim coccodes</i>	Solanaceae(tomate)
<i>Colletotrichum kahawe</i>	Coffea (café)
<i>Colletotrichum destructivum</i>	Fabaceae
<i>Colletotrichum fragariae</i>	Fragaria (fraise)
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Manguier,ingame,banane,avocet
<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	Phaseolus (haricot)
<i>Colletotrichum musae</i>	Musa (banana)
<i>Colletotrichum malvarum</i>	Malvaceae
<i>Colletotrichum orbicular</i>	Cucurbitaceae, asteraceae
<i>Colletotrichum caudatum</i>	Poaceae
<i>Colletotrichum capsici</i>	Solanaceae (piment)
<i>Colletotrichum circinas</i>	Allium (oignon)
<i>Colletotrichum dematium</i>	Morus (Mûre)
<i>Colletotrichum falcatum</i>	Saccharum (canne à sucre)
<i>Colletotrichum graminicola</i>	Poaceae (maïs)
<i>Colletotrichim sublineolum</i>	Poaceae (sorgho)
<i>Colletotrichum truncatum</i>	Fabaceae

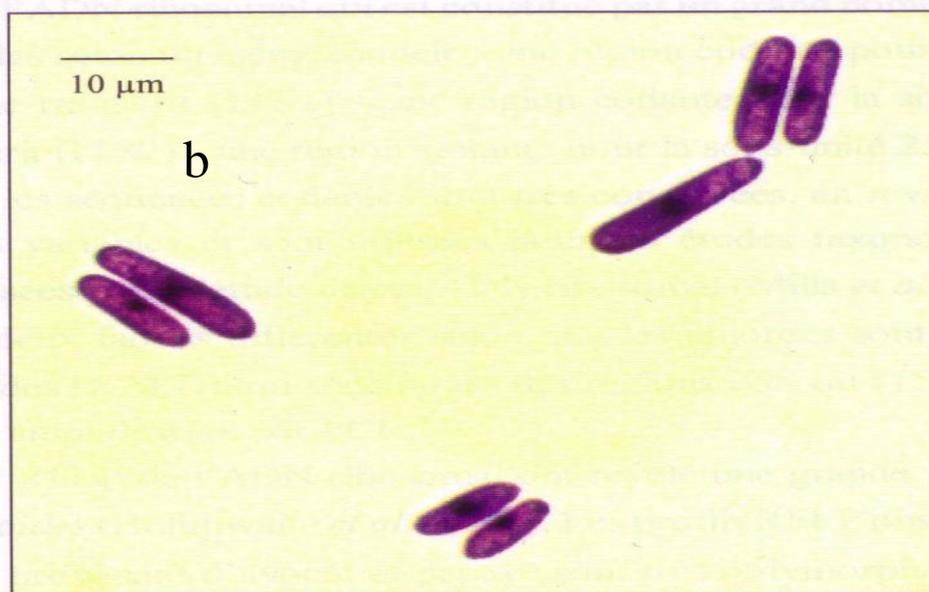
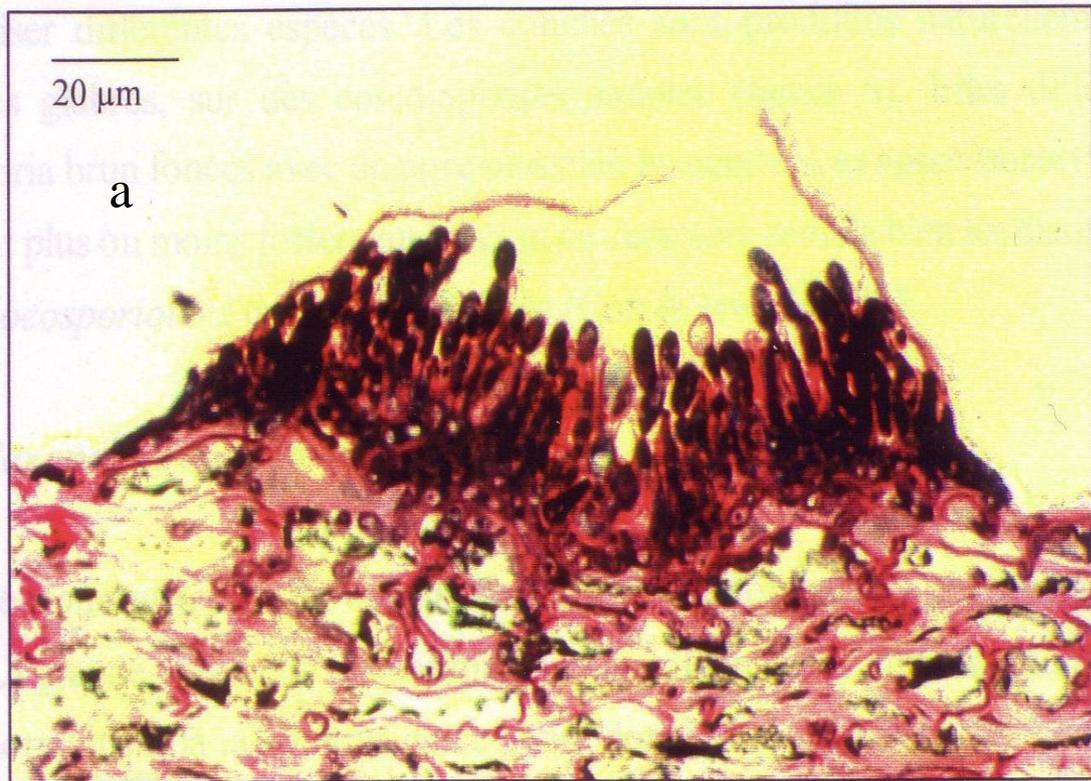


Figure 11 : Acervules et conidies de *Colletotrichum musae*. (a) Coupe transversale dans une acervule de *Colletotrichum musae*. (b) Conidies *Colletotrichum* sp colorée par le bleu trypan (tiré de de Lapeyre de Bellaire ,1999).

3.2 Cycle infectieux de l'antracnose du bananier

Les Conidia de Colletotrichum musae se retrouvent en permanence dans les exploitations en nombre variable selon les saisons, véhiculées par le vent, les eaux de pluie et les insectes à tous les stades de leur développement, contamination des fruits au champ, formées en surface ou sous la première couche cellulaire de noir noyaux, entourés d'un halo plus clair, et qui reste dormant tant que les conditions sont défavorables, et a été imposée aux fruits verts à la suite de blessures ou d'une maturité accrue, conduisant à l'émergence de noyaux sombres (Antracnose).

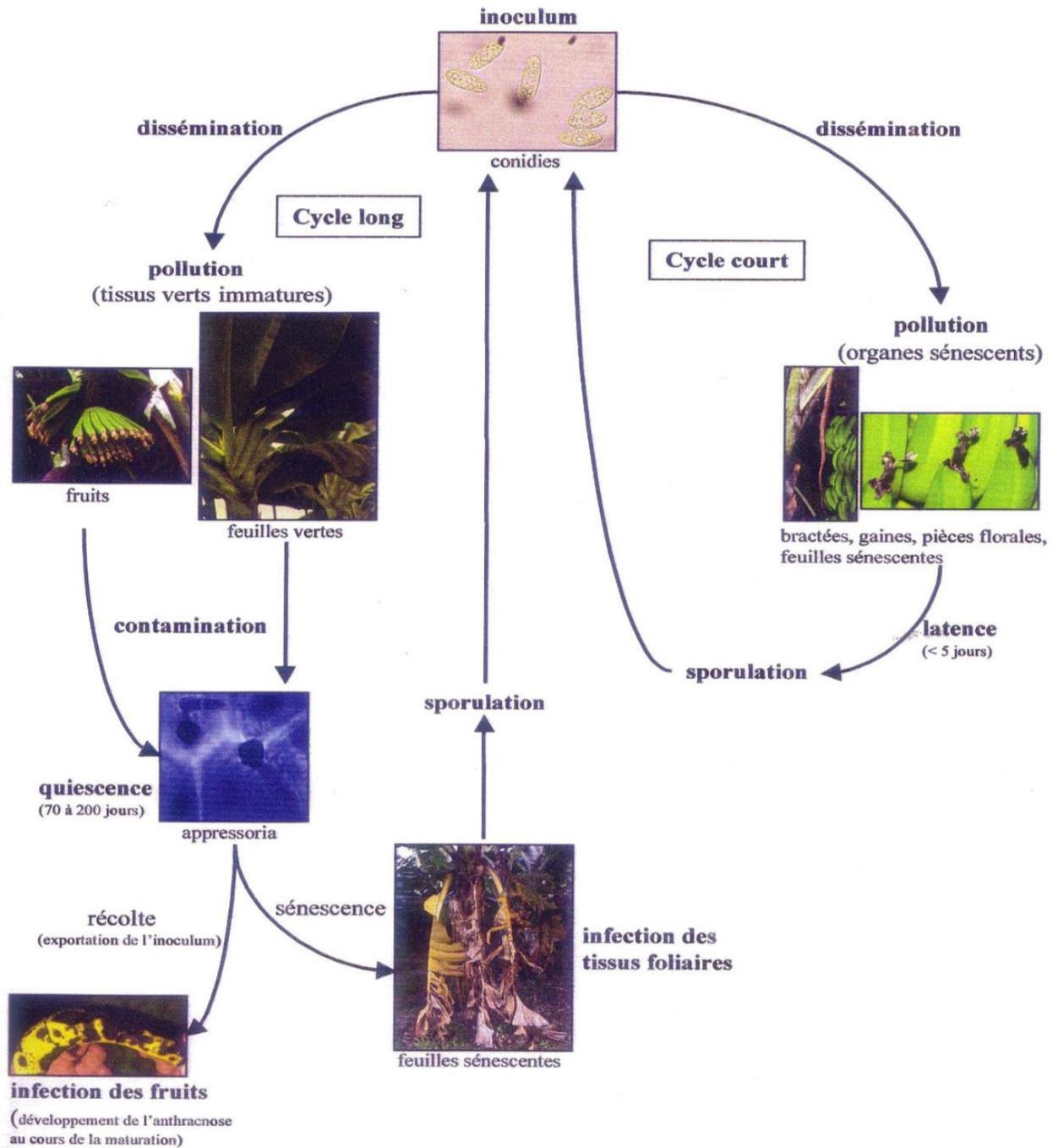


Figure 12: Cycle infectieux l'antracnose du bananier (de Lapeyre, 1999) .

4. Eléments épidémiologiques

L'antracnose est une maladie causée par Colletotrichum musae et c'est l'une des maladies les plus dangereuses des bananes mûres.

Elle est considérée comme un facteur majeur d'entrave à la qualité de la banane antillaise destinée à l'exportation. Son apparition dépend du transport, de l'emballage et de la physiologie du fruit.

Ce parasite infecte les fruits conduisant à un changement brun couvert de bords de la couleur saumon

Les symptômes de l'antracnose sont des tâches noires et enfoncées avec des sporanges ou des noyaux dans la lésions sur les fruits très mûrs, c'est tâches s'agrandissent, Jusqu'au niveau de la pulpe ce qui donne un liquide moisi. (Korsta, 2006).

Les conditions environnementales ont un rôle clé dans le développement des maladies causées par le genre Colletotrichum. Ainsi, les facteurs appropriés pour le développement des espèces les plus importantes du genre Colletotrichum qui affectent les légumineuses étaient la température de 18-28 C° avec une humidité relative de 90% selon (Lenné, 1992). Il a été prouvé que le ruissellement des eaux est un facteur majeur dans le développement de la maladie. Les zones tropicales sont d'une grande importance dans la reproduction de la plupart des types de Colletotrichum en raison de la forte humidité.

4.1 La dispersion et l'adhérence des spores

La dispersion et l'adhésion des spores dans de nombreuses espèces conidies et ascospores ont été trouvés dans une hydrophile mucilagen matrice (Nicholson et Moraes, 1980. McRae et Stevens, 1990), la plupart de qui sont constitués de glycoprotéines et polysaccharide (Ramadoss *et al.*, 1985. Louis et Cooke, 1985). Ces matrices sont facilement solubles dans l'eau, avec des spores libérées et dispersées à travers l' action de la libre eau (habituellement la pluie). La matrice peut jouer plusieurs rôles :

- Maintenir la viabilité des entreprises dans des situations défavorables telles que les températures extrêmes, la lumière ultraviolette et les conditions météorologiques extrêmes.
- Inhibition de la germination des conidies, assurant que les conidies ne germent pas tant qu'elles n'ont pas été dispersées par l'acervulus (Louis et Cooke, 1985 ; Seebach *et al.*,

1989 ; Leite et Nicholson, 1992).

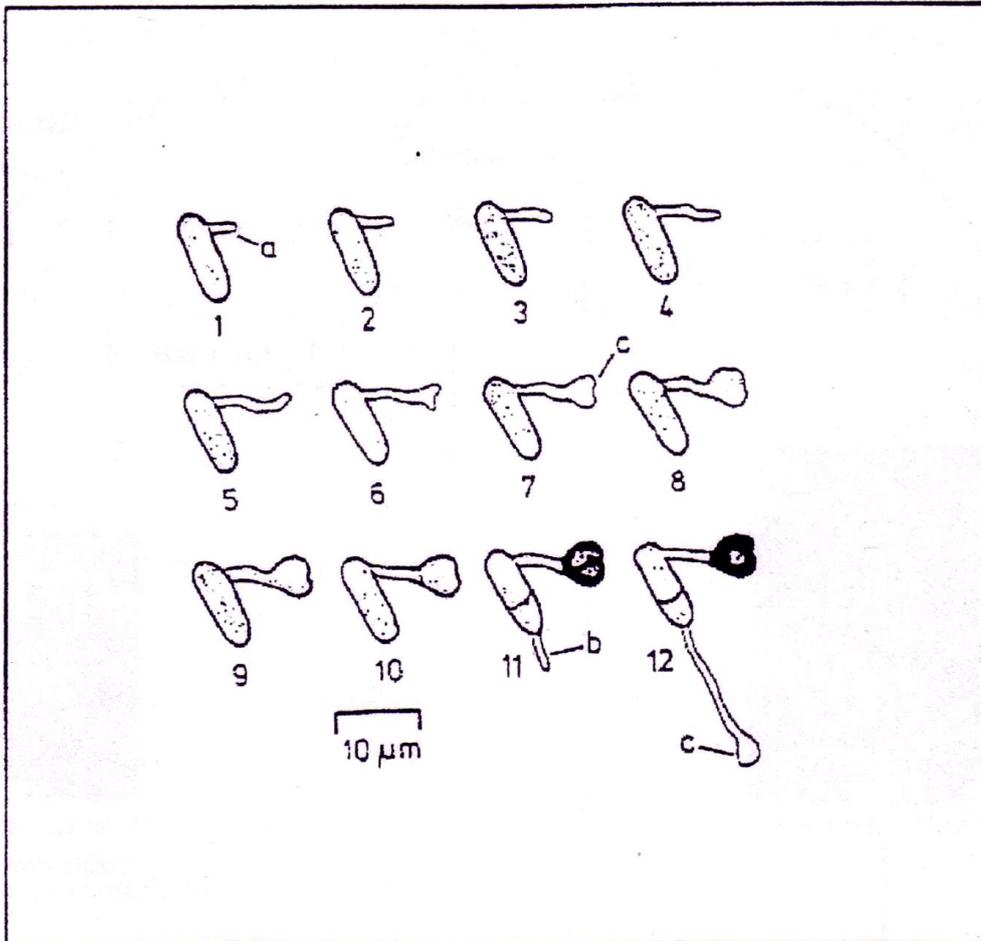
L'infection par Colletotrichum spp. est efficace lorsque des propagules fongiques sont observées fixées à la surface de la plante (Hamer *et al.*, 1988 ; Nicholson et Epstein, 1991). Colletotrichum spp. Conidies ont été montrées pour se conformer à une large gamme de plantes et artificiels surfaces, notamment la cellophane, le polystyrène, le polycarbonate, et le verre (Young et Kauss, 1984). Suggérant que l'adhérence soit non spécifique .d'autres travaux ont permis de démontrer que les parois de conidies germées ou non de Colletotrichum spp. Sont enduites d'une substance fibrillaire ou « manteau de spores » qui commande l'adhérence du pathogène sur les cellules hôtes (Jones *et al.*, 1995 ; Mercure *et al.*,1995).

4.2. Modes de pénétration

Les mécanismes de pénétration du *Colletotrichum* ont fait l'objet d'un grand nombre d'études. De ce fait, plusieurs modes de pénétration sont possibles : ouvertures végétales naturelles (stomates, plaies), et pénétration directe au niveau de la cuticule. La méthode la plus courante de pénétration des tissus est la pénétration directe (Bailey *et al.*, 1992). Bien que il y a quelques exemples de stomates pénétration dans la littérature, il a été lié à l'infection de caoutchouc arbre feuilles (*Hevea brasiliensis*) par *C. gloeosporioides* (Sénéchal *et al.*, 1987), infection avec des imperfections.

L'infection par une maladie, qui est rare dans la plupart des cas, n'est généralement pas une condition préalable à l'infection. Cependant, dans d'autres cas, tels que anthracnose de la couronne et la banane doigt anthracnose, l'infection par des blessures est la plus commune (Krantz *et al.*, 1978 ; Agrios, 1988).(Van der Bruggen et Maraite 1987) et (Van der Bruggen *et al.*,1990) ont démontré que des tiges de manioc intactes étaient présentes chez *C. gloeosporioides*, malgré la distribution limitée du pathogène dans l'épiderme. Cependant, après une piqûre d'insecte, un microbe pathogène peut coloniser le tissu de la plaie. Les sporulation lésions sont rapidement de plus en plus' utilisation d' une aiguille chaude pour simuler les effets d' un bus à insectes a un effet similaire .Cependant, ni l' un ni l' autre de ces exemples n'avaient l' emplacement initial de la pénétration' agent pathogène a gagné l' entrée à la tissus par la cuticule au premier, mais sa croissance a été limitée à l' épiderme, et il pourrait ne colonisent les tissus après la mort de la fondamentaux tissus. L'anthracnose des tropicaux fruits, ce qui a une latence période, peut avoir du développement des similitudes à des événements décrits ci – dessus. Dans ce cas, l'agent pathogène est resté latent ou inerte dans l'épiderme jusqu'à ce que le fruit a mûri, à qui pointent physiologiques changements stimulent pathogènes développement (Brown, 1975 ; Prusky et Plumbley, 1992).(La figure 13) montre la germination des conidies

de *C. musae* avec le développement des appressoria. Dans les cas de *C. gloeosporioides* sur *Aeschynomene virginica* (Fabaceae), *Carica papaya* (papaye) et *Citrus* spp. (agrumes), et *C. musae* sur des *Musa* spp. (Brown, 1975 ; TeBeest et al., 1978 ; Muirhead et Deverall, 1981 ; Chau et Alvares, 1983, Porto et al., 1988).



(a) premier tube germinatif, (b) deuxième tube germinatif,
(c) appressorium.

Figure 13 : Germination et formation d'un appressorium à partir d'une conidie de *Colletotrichum musae*, d'après Swinburnes (1976).

5. Les différentes altérations associées à *Colletotrichum musae*

Colletotrichum musae provoque nombreuses maladies la principale maladie est L'anthracnose qui est aussi la principale maladie post récolte de la banane (Wardlaw, 1961). Il ya également autre maladie qui est la pourriture de couronne.

5.1 l'anthracnose des fruits

➤ **On distingue deux formes :**

- 1) L'anthracnose de quiescence : taches brunes se développant à la maturation du fruit. Cette maladie se traduit rarement par de lourdes sanctions commerciales (Figure14).



Figure 14 : L'anthracnose de quiescence de banane.

- 2) L'anthracnose de blessure ou chancre : larges nécroses brunes se développant sur les fruits encore verts à partir de lésions occasionnées par des chocs au cours des manipulations post récolte des fruits. Cette maladie se traduit par de fortes sanctions commerciales (Figure15).



Figure 15 : L'antracnose de blessure de la banane.

5. 2. La pourriture de couronne

Est une maladie de conservation d'origine fongique dont l'étiologie est complexe. Elle affecte la couche de tissus réunissant les pédoncules des fruits entre eux (couronne). On la retrouve dans toutes les zones de production de banane. Avec l'antracnose, c'est l'une des principales maladies de la banane (Krauss et Johanson, 2000).

Elle est apparue au début des années 1960 avec le développement du Conditionnement des fruits en mains.

La pourriture de couronne se manifeste par un ramollissement des tissus réunissant le pédoncule des fruits entre eux et s'accompagne d'un noircissement de ces derniers. La pourriture gagne parfois le pédoncule et la pulpe. Ceci diminue la cohérence des bouquets et affecte la Commercialisation (Figure16).



Figure 16: la pourriture de couronne.

Le tableau 3 donne le nom de différentes souches fongiques causant la pourriture de couronne chez la banane.

Tableau 4 : Données bibliographiques sur les différentes espèces fongiques isolées à partir des pourritures de couronnes, dans différentes zones de production (de Lapeyre, 1999)

Pays	<i>Colletotrichum musae et spp</i>	<i>Fusarium spp</i>	<i>Lasiodiplodia theobroma</i>	<i>Verticillium theobroma</i>	<i>Gliocladium roseum</i>	<i>Nigrospora spherica</i>	<i>Cephalosporium spp</i>
Honduras	Lukezic <i>et al.</i> , 1967 (3%)		Lukezic <i>et al.</i> , 1967 (>80%)	Lukezic <i>et al.</i> , 1967 (12%)		Lukezic <i>et al.</i> , 1967 (81%)	Lukezic <i>et al.</i> , 1967 (93%)
Amérique centrale et du sud	Green et Goos, 1963 (fréquent) Marin <i>et al.</i> , 1996 (0-10%)	Green et Goos, 1963 (fréquent) Marin <i>et al.</i> , 1996 (23-78%)	Green et Goos, 1963 (rare)	Green et Goos, 1963 (fréquent)	Marin <i>et al.</i> , 1996 (0-19%)	Green et Goos, 1963 (rare)	Marin <i>et al.</i> , 1996 (0-8%)
Windward Islands	Wallbridge et Pinegar, 1975 (23-33%) Griffee et Burden, 1976 (36%) Wallbridge, 1981 (24%) Johanson et Blasquez, 1992 (26-44%)	Wallbridge et Pinegar, 1975 (55-60%) Griffee et Burden, 1976 (34%) Wallbridge, 1981 (30%) Johanson et Blasquez, 1992 (13-44 %)	Griffee et Burden, 1976 (2%) Wallbridge, 1981 (2%) Johanson et Blasquez, 1992 (9-13%)	Wallbridge et Pinegar, 1975 (5-7%) Griffee et Burden, 1976 (8%) Wallbridge, 1981 (3%) Johanson et Blasquez, 1992 (4-18%)	Wallbridge et Pinegar, 1975 (5%) Wallbridge, 1981 (2%) Johanson et Blasquez, 1992 (0-10%)	Griffee et Burden, 1976 (<1%) Wallbridge, 1981 (<1%) Johanson et Blasquez, 1992 (24-26%)	Wallbridge, 1981 (2%) Johanson et Blasquez, 1992 (0-10%)
Jamaïque	Shillingford, 1976 (11%)	Shillingford, 1976 (56%)	Shillingford, 1976 (3%)	Shillingford, 1976 (13%)	Shillingford, 1976 (1%)		Shillingford, 1976 (3%)
Nigéria	Ogundero, 1987 (27%)	Ogundero, 1987 (20%)			Ogundero, 1987 (26%)		Ogundero, 1987 (2%)
Somalie, Windwards, Guatemala	Mesturino et Ragazzi, 1988 (38%)	Mesturino et Ragazzi, 1988 (35%)			Mesturino et Ragazzi, 1988 (2%)		Mesturino et Ragazzi, 1988

Chapitre 03

Les moyens de lutte contre l'anthracnose

1. Les différents moyens de lutte contre l'antracnose

L'antracnose causé par Collectotrichum musae demeure la qualité des bananes donc Le contrôle des maladies causées par Ce champignons doit se faire dès le champ (Stover, 1972). De plus ; L'amélioration de la qualité des bananes, condition de survie économique pour les producteurs antillais, passe par une meilleure maîtrise de la lutte contre l'antracnose. Il existe des moyens de lutte avant et après récolte.

2. La Lutte avant récolte

Avant la récolte, les moyens de lutte consistent en l'entretien des plantations et l'utilisation de fongicide pré- récolte. Dans les bananeraies, sénescences bananier feuilles sont systématiquement éliminés parce que selon de certains auteurs, les champignons pathogènes qui sont saprophytes, peuvent se développer sur la décomposition des feuilles (Meredith, 1962). Les mêmes précautions doivent être prises lors de la manipulation des compositions florales . Dans l'ensemble, une bananier bien entretenu grange permet et réduire la contamination d'être évitée dans le champ. Une autre méthode de lutte contre l'antracnose est l'utilisation des systémiques fongicides dans le champ (de Lapeyre, 1999).

3. La lutte après récolte

La lutte post-récolte est principalement constituée par les méthodes chimiques, physique, génétique et biologique.

3.1. Lutte chimique

C'est le plus couramment utilisé la méthode de lutte Les fongicides sont utilisés pour traiter les bananes après la récolte. Ceci est accompli par trempage ou pulvérisation (Khan *et al.*, 2000). Les premiers fongicides à frapper le marché ont été systémiques, ce qui a permis pour le contrôle des maladies causées par Colletotrichum musae à partir dans les années 1970. Antimitotiques produits, principalement Bénomyl et Thiabendazole, ont montré à être très efficace (de Lapeyre, 1999). Cependant, des souches de Colletotrichum musae résistantes à ces fongicides se sont développées. On est donc passé à des fongicides inhibiteurs de la synthèse de l'Ergostérol comme l'Imazalil et le Bitertanol.

Plus d'entreprises, telles que Xeda International, sont en développement naturels enrobages et des insecticides à base de eugénol pour fruits conservation et la pêche. (Thai et Ducamp, 2008) ont trouvé que les produits Xedabio® (carnauba) et Bioxeda® (eugénol) réduit

la quantité de Xeda international® par jusqu'à à 2%. Tous les deux la perte de poids des mangues traitées.

3.2. Lutte physique

Ces méthodes de lutte jouent sur plusieurs paramètres environnementaux et visent à détruire les pathogènes ou à freiner leur développement.

Il s'agit de traitements à l'eau chaude ; au rayon gamme et UV. (De Costa et Erabadupitiya ,2005) se sont consacrés au contrôle des maladies post-récolte chez les bananiers, montrant que le traitement des bananiers à 50 °C pendant 3 min est le meilleur cas pour réduire significativement la pourriture du collet. Des températures supérieures à 50°C changeront la couleur finale d'une banane mûre, et le temps de séchage dépassera 5 minutes, ce qui réduira la teneur en brix °.

Ces résultats sont prometteurs pour la protection des bananes après récolte. Cependant, ces résultats n'ont pas été commercialement développés à l'heure actuelle, contrairement à ce qui est fait avec d'autres fruits tropicaux comme les mangues aujourd'hui (Coastes *et al.*, 1993 ; Spalding et Reeder, 1978) ou la papaye (Nishijima *et al.*, 1992 ; Couey et al., 1984). (De Costa et Erabadupitiya ,2005) ont également combiné le traitement de l'eau chaude avec l'utilisation d'antagonistes microbiens (bactéries) pour augmenter l'efficacité de leur traitement contre la maladie.

Concernant la thérapie par rayons gamma, (Kanapatipillai *et al.*,1987) ont rapporté qu'un traitement aux rayons gamma (4 kGy pendant 38 minutes) inhibait la germination, la formation de *Colletotrichum musae* et le développement de tous les champignons à la surface des fragments de fruits.

3.3. Lutte génétique

Peu de travaux ont spécifiquement étudié la sensibilité de diverses bananes aux maladies post-récolte. C'est plus difficile car la culture de bananes locales pour l'exportation ne dépend que d'une petite variété. En effet, tous les clones appartiennent au sous-groupe Cavendish (Bakry *et al.*, 1997), espèces triploïdes généralement stériles.

3.4. Lutte biologique

La lutte biologique vise à contrôler les agents pathogènes au moyen d'agents de lutte biologique (ou antagonistes), des champignons, bactéries ou virus ainsi que leurs dérivés. La croissance et la germination in vitro de Colletotrichum musain sont inhibées par un certain

nombre de micro - organismes. Ce sont des micros - organismes qui peuvent être utilisés pour la lutte biologique, comme les levures, bactéries et autres champignons. In vitro, De Costa et Erabadupitiya (2005) ont montré une diminution significative de la pourriture de *Burkholderia cepacia* par complexe couronnes. De plus, (Postmaster *et al.* ,1997) démontré que Levures n'avait un forte antagoniste effet si elles ont été installées pour 24 à 48 heures. En l'autre côté, nous pouvons observer l'effet des naturels composés tels que huiles essentiels ou extraits végétales sur les bananiers maladies. En effet, (Win *et al.*, 2007) ont montré que la cannelle réduisait significativement la pourriture de la couronne tout en n'ayant aucun effet négatif sur la qualité post-récolte de la banane .

Conclusion

Conclusion

La banane est le fruit le plus populaire au monde mais est menacée par de nombreuses maladies comme l'antracnose qui peuvent causer d'importants dégâts.

Colletotrichum musae, l'agent responsable de cette maladie, provoque des pourritures brunes sur les fruits au cours de la conservation et du mûrissage. Les conidies de ce champignon, principalement véhiculées par les eaux de pluie, contaminent les fruits essentiellement au champ.

L'amélioration de la qualité des bananes, condition de survie économique pour les producteurs antillais, passe par une meilleure maîtrise de la lutte contre l'antracnose. Les moyens de lutter contre cette maladie sont : lutte chimique, biologique, génétique, physique.. Au fait, ces méthodes de lutte n'apportent pas toujours de réponse satisfaisante. En effet, elles sont parfois inefficaces comme le cas de la lutte chimique par exemple.

Références

Bibliographiques

Références Bibliographiques

- 1) Agricos, G.N. 1988. Plant Pathology, 3rd Ed, Academic Press, London
- 2) Baily J.A. et Jeger M.J. 1992. Colletotrichum : Biology, Pathology and Control. London: CAB International .
- 3) Bakry, F., Careel, F., Caruana, M.L., Cote, F.X., Jenny, C., Tezenas du Montcel, H. 1997. Les bananiers. In Charrier, A., Hamon, S., Jacquot, M., Nicolas, D. (eds). L'amélioration des plantes tropicales. Montpellier, CIRAD, ORSTOM.
- 4) Barnett HL et Hunter Barry B. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. Burgess publishing company third edition .
- 5) Bizimana, S., Ndayihanzamaso, P., Nibasumba, A., Niko, N. (2012). Conduite culturale et Protection du Bananier au Burundi. Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU).
- 6) Brown, G.E. 1975. Factors affecting post harvest development of Colletotrichum gloeosporioides in Citrus fruits. Phytopathology.
- 7) Carhier, J., De waele, D., Escalant, J.V. 2003. Evaluation globale de la résistance des bananiers à la fusariose, aux maladies foliaires causées par les Mycosphaerella spp. Et aux nématodes.
- 8) Champignon, J. 1963. Le bananier. Paris, Maisonneuve et Laros.
- 9) Chau, K.F. et Alvares, A.M. 1983. A histological study of anthracnose on Carica papaya. Phytopathology.
- 10) Cheesman, E.E. 1948. Classification of the bananas. Kew Bulletin.
- 11) Chillet, M. 2003. Incidence des conditions de croissance du fruit du bananier (Musa spp AAA cv'Grand Naine') sur sa sensibilité à l'anthracnose de blessure due à Colletotrichum musae (Berk. and Curt.) Arx. : Thèse de doctorat. Université Montpellier II. Montpellier.
- 12) Cox, M.L., Lrwin, J.A.G. 1988. Conidium and appressorium variation in Australian of the Colletotrichum gloeosporioides group and closely related species. Australian Systematic botany.
- 13) Coates, L., Johnson, G.I., Cooke, A.W. 1993. Postharvest disease control in mangoes using high humidity hot air and fungicide treatments. Annals of Applied Biology.
- 14) Couey, H.M., Alvares, A.M., Nelson, M.G. 1984. Comparaison of hot –Water spray and immersion treatments for control of postharvest decay of papaya. Plant Disease.
- 15) De Costa, D.M., Erabadupitiya, H.R.U.T. 2005. An integrated method to control

- postharvest diseases of banana using a member of the *Burkholderia cepacia* complex .
Postharvest Biology and Technology.
- 16) de Lapeyre de Bellaire, L et Dubois, C. 1997. Distribution of thiabendazole-resistant *Colletotrichum musae* isolates from Guadeloupe banana plantations. *Plant Disease*.
- 17) de Lapeyre de Bellaire, L. 1999. Bio-écologie de *Colletotrichum musae* (Berk. and amp ; Curt.) Arx, agent de l'antracnose des bananes, dans les conditions tropicales humides de la Guadeloupe : Thèse de doctorat .Université Paris Sud .Orsay .
- 18) de Lapeyre et Eric Fourré. CIRAD .2013. Dossier du mois BANANE .Fruitrop, 2013, N° 2010, Avril 2013.
- 19) Dhed'a ,D., Adheka , J., Tchatchambe, N .B.J., Onantshu, O., Sweanen , R. 2019 .la culture des bananiers et plantains dans les zones agro écologiques de la République Démocratique du Congo . Presse universitaires, UNIKIS.
- 20) Jeffries, P., Dodd, J.C., Jeger, M.J. and Plumbley, R.A. 1990. The biology and control of *Colletotrichum* species on tropical fruit crops .*Plant Pathology*.
- 21) Joas, J. et Malisart, S. 2001. Incidence des conditions d'application sur l'efficacité des fongicides utilisés en post-récolte pour la banane. *Fruits*.
- 22) Jones. 2000. Anthracnose. In *Diseases of Banana, Abacá and Enset* (D.R. Jones, Ed.). CABI Publishing. Wallingford, UK.
- 23) Jones, D.R.2000. *Diseases of banana, abaca and enset*. Cabi Publishing.
- 24) Jones, G., Bailey, J.A., O'Connell, R.J. 1995. Sensitive staining of fungal extracellular matrices using colloidal gold. *Mycological Research*.
- 25) Julan, J. 2004. Etude du système lactoperoxydase pour la conservation en frais de la banane de Guadeloupe : Thèse de Master of Science. ENSIA-SIARC. Montpellier.
- 26) Hamer, J.E., Howard, R.J., Chumley, F.G., Valent , B. 1988. A mechanism for surface attachment in spores of a plant pathogenic fungus. *Science*.
- 27) ISABU.2012. *Conduite Culturelle et protection du bananier*.ISABU , Bujumbura, Burundi.
- 28) Khan , S.H., Aked, J., Magan, N. 2000.Control of the anthracnose pathogen of banana (*Colletotrichum musae*)using antioxidants alone and contamination with thiabendazole or imazalil. *Plant Pathology*.
- 29) Kanapathipillai, V.S., Ahmed,R., Mahamed, M.I. 1987. The effect of sterile filtrates of *Trichoderma* spp and *Penicillium* spp and 4 kGy irradiation on the spore germination of *Colletotrichum musae*. In Singh , K.G.,Manalo, P.L., Sastrontoma, S.S.,Chan,

- K.C.,Lim, L.G., Ganapathi, A.N.,Rahim,M.A.A., Durai, P.S.S.,Doss,M.C.(eds),
Movements of pests and control strategies,Kuala Lumpur,Malaysia,ASEAN Plant and
Quarantine Centre and Training Institute.
- 30)** Krantz,J., Schmutterer, H., Koch, W.1978. Diseases, Pests and Weeds in Tropical
Crops, Chichester.
- 31)** Krauss,U. et Johanson, A.2000. Recent advances in the control of crown rot of banana
in the Windward Islands,Crop Protection.
- 32)** Kumar, J.et Parmar, B.S.1996. Physiochemical and chemical variation in neem oils and
some bioactivity leads against *Spodoptera litura* F . Journal of Agricultural and Food
Chemistry.
- 33)** Lassoudière,A. 2007.Le bananier et sa culture .Versailles. Ed. Quae.
- 34)** Leite, B. et Nicholson, R.L. 1992. Mycosporine-alanine: A self-inhibitor of germination
from the conidial mucilage of *Colletotrichum graminicola* .Experimental Mycology.
- 35)** Lepoivre, P. (2003). Phytopathologie: bases moléculaires et biologiques des patho-
systèmes et fondements des stratégies de lutte. Bruxelles, BE: Ed. De Boeck
Université.
- 36)** Lenné, J.M.1992.Colletotrichum diseases of Legumes. In Bailey,J.A. etJeger, M.J.(eds),
Colletotrichum: Biology, Pathology and Control.Wallingford/ CAB International,134-
166 .
- 37)** Mercure, E.W.,Kunoh, H., Nicholson,R.L. 1995.Visualisation of materials releases
from adhered, ungerminated conidia of *Colletotrichum graminicola*.Physiological and
Molecular Plant Pathology,46,121-135.
- 38)** Meredith, D.S.1962. Some fungi on decaying banana leaves in Jamaica. Transactions
of the British Mycological Society.
- 39)** Lim, j., Lim, T.H. and Cha, B.2002. Isolation and identification of *Colletotrichum*
musae from imported bananas. Journal of Plant Pathology 18(3).
- 40)** Louis, I. et Cooke, R.C.1985. Enzymes in the conidial matrix of *Colletotrichum*
gloeosporioides and *Mycosphaerella pinodes*. Transactions of the British Mycological
Society .
- 41)** McRae, C.F. et Stevens, G.R.1990.Role of conidial matrix of *Colletotrichum orbiculare*
in pathogenesis of *Xanthium spinosum*.Mycological Research.
- 42)** Muirhead,I.F. ET Deverall, B.J.1981. Evolution of 3, 4- dihydroxy benzaldehyde,
dopamine and its oxidation products as inhibitors of *Colletotrichum musae* (Berk and

- Curt.) Arx in green banana fruits. Australian Journal of Botany.
- 43) Nicholson, R.L. et Epstein, L.1991. Adhesion of fungi to the plant surface.Prerequisite for pathogenesis.In Cole, G.T. et Hoch, H.C.(eds), The fungal spore and disease initiation in plants and animals.New York : Plenum Press.
- 44) Nicholson, R.L. et Moraes , W.B.C. 1980. Survival of *Colletotrichum graminicola* Importance of the spore matrix. Phytopatology.
- 45) Nishijima, K.A., Miura, C.K., Armstrong, J.W ., Brown, S.A., Hu, B.K.S.1992. Effect of forced hot-air treatment of papaya fruit on fruit quality and incidence of postharvest disease.Plant Disease.
- 46) Ploetz, R.C., Zentmyer, G.A., Nishijama, w;t;, Rohrbach, K.G. and Ohr, H.D.1994. Compendum of Tropical Fruit Diseases ;APS Press .
- 47) Porto, M.D.M., Grau, C.R.? de Zoeten , G., A., Gaard, G.1988. Histopathology of *Colletotrichum trifolii* on Alfalfa. Phytopathology.
- 48) Postmaster, A., Kuo, J., Sivasithamparam, K., Turner, D.W.1997.Interaction between *Colletotrichum musae* and antagonist microorganisms on the surface of banana leaf discs.Scientia Horticulturae.
- 49) Prusky , D. et Plumbley , R.A.1992.Quiescent Infections of *Colletotrichum* in Tropical and Subtropical Fruits .In Bailey, J.A., and Jeger, M.J.,(eds.), *Colletotrichum : Biology, Pathology and Control*.Wallingford: CAB. International.
- 50) Ramadoss, C.S., Uhling, J., Carlson,D.M.,Butler, L.G.,Nicholson ,R.L.1985. Composition of mucilaginous spore matrix of *Colletotrichum graminicola*, a pathogen of corn, sorghum, and other grasses.Journal of Agricultural and Food Chemistry.
- 51) Seebach, D., Adam, G., Zibuck, R., Simon, W., Rouilly, M., Meyer, W.L., Hinton, J.F., Privett, T.A., Templeton, G.E.1989. Gloeosporone a macrolide fungal germination self inhibitor; total synthesis and activity. Leibigs der Chemie.
- 52) Sarah J.L., J. Pinochet & J. Stanton. 1996. Nématode parasite des bananiers *Radopholus similis* Cobb. Parasites et ravageurs des Musa: fiche technique N° 1. INIBAP, Montpellier, Francia.
- 53) Sénéchal, Y., Sanier, C., Gohet, E., Dauzac, J.1987.Different ways for the penetration of *Colletotrichum gloeosporioides* into the leaves of *Hevae brasiliensis*. Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Serie III-Sciences de la Vie.
- 54) Simmonds, N.W.1962. Tropical Science Series : The evolution of the bananas. London: Longmans.

- 55) Spalding, D.H. et Reeder, W.F.1978.Controlling market disease of mangoes with heated benomyl.Proceeding of the Florida State Horticultural Society,91,186-187p
- 56) Stover, R.H.1972.Bananas, plantain and abaca diseases. Kew, Surry, England, Commonwealth Mycological Institutue.
- 57) Stover, R.H.Simmonds, N.W. (1987) Bananas, 3rd edn.Longman,London .
- 58) Skipp, R.A.,Beever, R.E.,Sharrock, K.R.,Rikkerink,E.H.A.,Templeton, M.D.1995. Colletotrichum.In : Kohmoto, K., Singh,U.S. et Singh, R.O.,(Eds), Pathogenesis and Host Specificity in Plant Diseases.Histopathological,Biochemical, Gentic and Molecular Basis.Vol2 Eukaryotes.New York :Elsiever Science
- 59) Swinburnes, T.R.1976. Stimulants of germination and appressorial formation by Colletotrichum musae (Berk.and Curt) in banana leachate. Phytopathologishe Zeitschrift.
- 60) TeBeest, D.O., Templeton, G.E., Smith, R.J.1978. Histopathology of Colletotrichum gloeosporioides f.sp. aeshynomene on northern jointvetch. Phytopathology.
- 61) Thai thi, H. et Ducamp, M.N.2008. Effects of different coatings on biochemical changes of cat Hoa loc mangoes in storage. Postharvest Biology and Technologie.
- 62) Waller, J.M.1992.Colletotrichum Diseases of Perennial and other Cash Crops.In Bailey, J.A., et Jeger, M.J., (eds), Colletotrichum: Biology, Pathology and Control. Wallingford: CAB.International.
- 63) Wardlaw, C.W.1961. Banana siseases. Longman,London.
- 64) Win, N., Jitareerat, P., Kanlayanarat, S., Sangchote, S.2007. Effects of cinnamon extract, chitosan coating,hot water treatment and their combinatiobs on crown rot sisease and quality of banana fruit.Postharvest Biology and Technology, 45,333-340
- 65) Young, D.H. et Kauss, H.1984. Adhesion of Colletotrichum lindemuhianum spores to Phaseolus vulgaris hypocotyls and to polystyrene.Applied Environmental Microbiology.
- 66) Van der Bruggen, P. et Maraite, H.1987.Histopathology of cassava disease caused by Colletotrichum gloeosporioides f.sp. manihotis.Parasitica.

Références

Webographie

67) www.isabu-bi.org

68) www.iita.org

69) [http : // ASSOBACAM. Com](http://ASSOBACAM.Com)