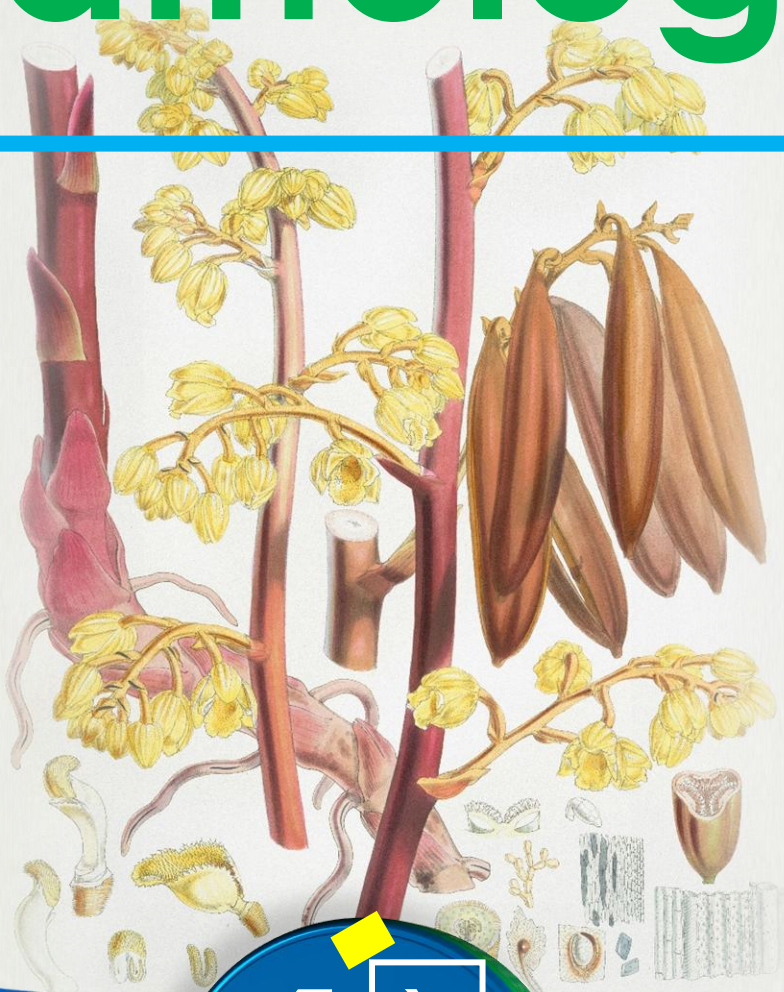
Phyto-pathologie



CONFORME AU PROGRAMME NATIONAL

1ère Année

Option

AGRICULTURE & FORESTERIE

EDITION 2025



TABLE DES MATIÈRES

PRÉLIMINAIRES **1**

0.1. Introduction Générale au Cours 1
- 0.1.1. Finalité Pédagogique 1
- 0.1.2. Ancrage Pragmatique 1
- 0.1.3. Compétence Visée 1

0.2. Compétences Visées 1
- 0.2.1. Maîtrise Cognitive et Conceptuelle 1
- 0.2.2. Développement de Compétences Opérationnelles 2
- 0.2.3. Acquisition d'une Posture Scientifique et Préventive 2

0.3. Approche Pédagogique 2
- 0.3.1. Progression inductive et observationnelle 2
- 0.3.2. Contextualisation agro-écologique congolaise 3
- 0.3.3. Analyse systémique par le triangle de la maladie 3

0.4. Matrice d'Évaluation 3
- 0.4.1. Finalités de l'évaluation 3
- 0.4.2. Pondération des compétences 3

PARTIE 1. FONDEMENTS DE LA PHYTOPATHOLOGIE ET DIAGNOSTIC **5**

Le champ, un champ de bataille silencieux 5

Phytopathologie : la médecine des végétaux 5

L'art du diagnostic : l'enquête sur le terrain 5

Du diagnostic à l'action : protéger la récolte 5

CHAPITRE 1. INTRODUCTION À LA SCIENCE DES MALADIES DES PLANTES **6**

1.1. Concepts Fondamentaux : Maladie, Pathogène et Triangle de la Maladie 6
- a. Une leçon venue d'Irlande 6
- A. La Maladie : Plus qu'une simple feuille jaune 6
- B. Le Pathogène : L'agresseur microscopique 6

FIGURE 1 : RÉF. IMG (4088-7697-6345) **8**

Comparaison visuelle entre une feuille de manioc saine et une malade 8
- C. Le Triangle de la Maladie : La recette du désastre 8

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 2 : RÉF. IMG (0552-2373-8954) **10**

Le triangle de la maladie : les trois conditions d'une épidémie 10

- Scénarios et Exercices 10
- L'intuition de Papa Mbayo 10

1.2. Importance et Classification des Maladies Végétales 12

- a. Le poids d'une feuille malade 12
- A. L'Importance Économique et Sociale des Maladies 12

FIGURE 3 : RÉF. IMG (2255-8309-1974) **15**

Feuille de manioc atteinte par le virus de la mosaïque africaine 15

- B. La Classification des Maladies Végétales 15

FIGURE 4 : RÉF. IMG (5603-8612-8205) **17**

Grains de café robusta affectés par la rouille orangée (Hemileia vastatrix) 17

- SCÉNARIOS ET EXERCICES 17

CHAPITRE 2. LES CAUSES ABIOTIQUES DES MALADIES **20**

2.1. Désordres liés au Sol et aux Pratiques Culturales 20

- a. Introduction : le sol, un ami à double visage 20
- A. Texture du sol et asphyxie racinaire 20
- B. Carences et toxicités nutritionnelles 20

FIGURE 5 : RÉF. IMG (1116-5916-7829) **23**

Symptômes de carences nutritionnelles sur une feuille de maïs 23

- C. Mauvaises pratiques culturales 23

2.2. Dégâts Climatiques et Phytotoxicité Environnementale 26

- a. Le climat, premier médecin et premier bourreau des plantes 26
- A. Les Dérèglements Climatiques : L'Ennemi Invisible 26
- B. La Phytotoxicité : Quand l'Environnement Empoisonne 27

FIGURE 6 : RÉF. IMG (2018-2843-8980) **30**

Nécrose sur des feuilles de manioc due à une pollution de l'air 30

- SCÉNARIOS ET EXERCICES 30

CHAPITRE 3. LE DIAGNOSTIC PHYTOSANITAIRE **33**

3.1. L'Anamnèse : Examen de la Plante et du Site 33

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- a. L'art de l'interrogatoire en silence....33
- A. L'Examen Visuel de la Plante....33

FIGURE 7 : RÉF. IMG (0429-7575-3516)....35

Symptômes foliaires courants sur une feuille de manioc....35

- B. L'Analyse du Site et de l'Environnement....35

FIGURE 8 : RÉF. IMG (6766-8200-5488)....38

Comparaison de deux parcelles de maïs avec des problèmes différents....38

- Scénarios et Exercices....38

3.2. Identification des Symptômes et Utilisation des Outils de Base....40

- a. Le langage des plantes malades....40
- A. Décoder les Symptômes : Les Principales Catégories....40

FIGURE 9 : RÉF. IMG (4531-1335-5891)....43

Diversité des symptômes nécrotiques sur des feuilles de cultures congolaises....43

- B. Les Outils de Base pour le Diagnostic de Terrain....44

FIGURE 10 : RÉF. IMG (6488-0789-9088)....46

Kit de diagnostic de base du phytopathologiste de terrain....46

- L'œil de Papa Kabasele....46

3.3. Prélèvement et Conditionnement des Échantillons....48

- a. L'erreur du débutant et la sagesse de l'ancien....48
- A. La Règle d'Or du Prélèvement : Cibler le Front de la Maladie....48

FIGURE 11 : RÉF. IMG (6850-0936-2863)....50

Schéma du prélèvement idéal sur une feuille de manioc malade....50

- B. Le Conditionnement : Protéger les Indices du Champ au Labo....50

FIGURE 12 : RÉF. IMG (8452-6827-9172)....52

Matériel de conditionnement : du sac en papier à l'étiquette d'identification....52

- Une anecdote de Mbandaka....52

PARTIE 2. LES PRINCIPAUX AGENTS PATHOGÈNES DES VÉGÉTAUX....55

Les champignons : les architectes de la décomposition....55

Les bactéries : les envahisseurs invisibles....55

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Les virus : les pirates du code génétique.....55

Les nématodes : les ennemis souterrains.....55

CHAPITRE 4. LES CHAMPIGNONS PHYTOPATHOGÈNES.....56

4.1. Biologie Générale des Champignons Phytopathogènes.....56

- a. La biologie des champignons, une introduction.....56
- A. Structure et Nutrition : Le Mycélium à l'Œuvre.....56

FIGURE 13 : RÉF. IMG (7079-5205-3000).....57

Structure d'un champignon phytopathogène : du mycélium aux hyphes.....57

- B. Reproduction et Dissémination : Le Rôle des Spores.....57

FIGURE 14 : RÉF. IMG (9766-1822-6976).....60

Cycle de vie et dissémination des spores fongiques en agriculture.....60

- Scénarios et Exercices.....60

4.2. Principaux Syndromes Fongiques : Maladies Foliaires, Vasculaires et Chan.....62

- a. L'observation comme premier diagnostic.....62
- A. Les Maladies Foliaires (L'attaque en surface).....62

FIGURE 15 : RÉF. IMG (3693-6583-9535).....64

Observation des symptômes foliaires sur une feuille de caféier robuste.....64

- B. Les Maladies Vasculaires (L'ennemi intérieur).....64
- C. Les Chancres (Les blessures qui ne guérissent pas).....65

4.3. Champignons du Sol et Maladies Raciculaires.....67

- a. Le sol, un univers à double visage.....67
- A. Les familles de champignons telluriques.....67
- B. Symptômes typiques des maladies racinaires.....68

FIGURE 16 : RÉF. IMG (0472-5658-5352).....71

Flétrissement vasculaire du manioc causé par une fusariose.....71

- L'anecdote du champ de Papa Mbuyi.....71

CHAPITRE 5. LES BACTÉRIES PHYTOPATHOGÈNES.....74

5.1. Biologie des Bactéries et Symptômes de Type Pourritures et Taches.....74

- a. L'ennemi microscopique.....74
- A. La bactérie, une machine à survivre.....74

- B. Symptômes typiques : la signature bactérienne....74

FIGURE 17 : RÉF. IMG (0758-8544-5586)....77

Tache bactérienne sur une feuille de haricot : une nécrose en expansion....77

- Scénarios et Exercices....77

5.2. Flétrissements et Tumeurs d'Origine Bactérienne....79

- a. Le drame silencieux des plantes....79
- A. Le Flétrissement Bactérien : L'Asphyxie par l'Intérieur....79

FIGURE 18 : RÉF. IMG (7719-8393-7057)....81

Galle du collet sur un manguier causée par une bactérie....81

- B. Les Tumeurs Bactériennes : La Croissance Anarchique....81

CHAPITRE 6. LES VIRUS ET VIROÏDES PHYTOPATHOGÈNES....84

6.1. Nature, Structure et Symptômes des Viroses....84

- a. L'ennemi invisible du champ....84
- A. Nature et Structure d'un Virus Végétal....84

FIGURE 19 : RÉF. IMG (3323-4138-5192)....86

Structure schématique d'un virus phytopathogène typique, la mosaïque du tabac....86

- B. Symptômes Caractéristiques d'une Viroses....86

FIGURE 20 : RÉF. IMG (1974-6385-5530)....88

Symptômes de viroses sur une feuille de manioc et un fruit de tomate....88

- Anecdote : Le voyageur clandestin....88

6.2. Modes de Transmission et Rôle des Vecteurs....90

- a. L'ennemi invisible et son taxi....90
- A. La Transmission Directe (Non-vectorielle)....90
- B. La Transmission par Vecteurs Biologiques....91

FIGURE 21 : RÉF. IMG (4665-2923-2239)....92

Puceron (aphidé) se nourrissant sur une feuille de plante....92

- Anecdote : Le mystère des haricots jaunes du Kasaï....93

6.3. Étude de Cas : La Mosaïque Africaine du Manioc....95

- a. Une menace silencieuse pour le "pain" du Congo....95
- A. Identification du pathogène et de son vecteur....95

- B. Symptômes et conséquences agronomiques.....95

CHAPITRE 7. LES NÉMATODES PHYTOPATHOGÈNES.....99

7.1. Biologie, Écologie et Diagnostic des Nématodes.....99

- a. Un ennemi longtemps invisible.....99
- A. Biologie et Écologie du Nématode.....99

FIGURE 22 : RÉF. IMG (7960-2436-5050).....101

Morphologie de la tête d'un nématode phytopathogène et son stylet.....101

- B. Symptômes et Diagnostic.....101

7.2. Principaux Genres de Nématodes Parasites : à Galles, à Kystes et Lésionn.....104

- a. Les ennemis invisibles.....104
- A. Les Nématodes à Galles : Les Architectes de Tumeurs Raciculaires.....104

FIGURE 23 : RÉF. IMG (9047-3495-8668).....106

Racines de tomate infestées par des nématodes à galles (Meloidogyne).....106

- B. Les Nématodes à Kystes : Les Spécialistes de la Survie.....106

FIGURE 24 : RÉF. IMG (9190-0186-2051).....108

Kystes de nématodes (Globodera) attachés aux racines d'une plante.....108

- C. Les Nématodes Lésionnaires : Les Ravageurs Mobiles.....108

PARTIE 3. LES PRINCIPAUX RAVAGEURS DES CULTURES ET DES FORÊTS.....111

Définition d'un ravageur.....111

Les grandes familles de ravageurs.....111

Modes d'action et types de dégâts.....111

L'impact économique et écologique.....111

CHAPITRE 8. LES INSECTES RAVAGEURS : INTRODUCTION.....112

8.1. Morphologie, Anatomie et Cycles de Développement des Insectes.....112

- a. Connaître l'adversaire.....112
- A. La Morphologie : Une Armure en Trois Parties.....112
- B. Les Cycles de Développement : La Métamorphose.....112

FIGURE 25 : RÉF. IMG (2963-0561-0286).....115

Comparaison des cycles de vie incomplet et complet chez les insectes ravageurs.....115

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- Scénarios et Exercices....115

8.2. Types de Dégâts et Classification des Ordres d'Insectes Ravageurs....117

- a. La logique du ravageur....117
- A. Typologie des dégâts : une question de bouche....117

FIGURE 26 : RÉF. IMG (8734-6029-1349)....119

Dégâts causés par les deux grands types de pièces buccales d'insectes....119

- B. Les grands ordres d'insectes ravageurs....119

CHAPITRE 9. LES INSECTES BROYEURS ET FOREURS....122

9.1. Les Ravageurs Défoliateurs : Chenilles et Orthoptères....122

- a. Le festin invisible....122
- A. Les Lépidoptères Défoliateurs (Chenilles)....122

FIGURE 27 : RÉF. IMG (1940-2134-0997)....124

Chenille légionnaire d'automne dévorant une feuille de maïs....124

- B. Les Orthoptères Défoliateurs (Criquets, Sauterelles)....124

FIGURE 28 : RÉF. IMG (4420-9853-2828)....127

Criquet pèlerin adulte posé sur une tige végétale....127

- a. Anecdote : La double peine de Papa Mbuyi....127

9.2. Les Ravageurs du Bois et des Tissus : Coléoptères et Insectes Foreurs....129

- a. Le silence trompeur du bois....129
- A. Les Coléoptères Xylophages : Caractéristiques et Dégâts....129
- B. Les Scolytes : Foreurs des Tissus Vivants....130

FIGURE 29 : RÉF. IMG (8159-7382-5642)....132

Cycle de vie d'un coléoptère xylophage et dégâts sur une poutre....132

- SCÉNARIOS ET EXERCICES....132

CHAPITRE 10. LES INSECTES PIQUEURS-SUCEURS....135

10.1. Homoptères et Hétéroptères : Pucerons, Cochenilles et Punaises....135

- a. L'ennemi discret....135
- A. Anatomie d'un Piqueur-Suceur : Le Rostre....135

FIGURE 30 : RÉF. IMG (9247-6105-9639)....137

Schéma détaillé de la pièce buccale d'un insecte piqueur-suceur....137

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- B. Le Monde des Homoptères : Pucerons et Cochenilles.....137
- C. La Menace des Hétéroptères : Les Punaises.....138

10.2. Ravageurs de Petite Taille et Ravageurs Internes : Thrips, Acariens et 140

- a. L'ennemi invisible.....140
- A. Les Thrips : Les scarificateurs miniatures.....140
- B. Les Acariens : Les araignées invisibles.....141
- C. Les Mouches des fruits : L'ennemi intérieur.....142

CHAPITRE 11. LES AUTRES RAVAGEURS.....144

11.1. Invertébrés Ravageurs : Acariens et Mollusques.....144

- a. L'erreur du débutant et la sagesse de l'agronome.....144
- A. Les Acariens : Des Ravageurs Quasi Invisibles.....144

FIGURE 31 : RÉF. IMG (7928-7677-2257).....146

Dégâts d'acariens tétranyques sur une feuille de manioc.....146

- B. Les Mollusques : L'Attaque Lente et Vorace.....146

FIGURE 32 : RÉF. IMG (3310-1319-9698).....147

Limace attaquant une jeune plantule de chou dans un potager.....147

- L'histoire de Papa Mbuyi et de ses choux de Mbanza-Ngungu.....147

11.2. Vertébrés Ravageurs : Oiseaux et Mammifères.....149

- a. Le constat initial.....149
- A. Les Oiseaux Ravageurs : Voleurs Aériens.....149
- B. Les Mammifères Ravageurs : Dégâts Terrestres.....150

FIGURE 33 : RÉF. IMG (9225-4598-6560).....152

Dégâts typiques de vertébrés sur une culture de maïs au Kasaï.....152

- b. Anecdote : La plantation de Papa Jean-Marie dans le Bas-Uele.....152

PARTIE 4. STRATÉGIES DE PROTECTION DES VÉGÉTAUX.....155

a. La fatalité n'est pas une option.....155

b. Protéger ne signifie pas éradiquer.....155

c. Une boîte à outils, pas une solution unique.....155

d. Du savoir universel à l'intelligence locale.....155

CHAPITRE 12. LES MÉTHODES DE LUTTE PRÉVENTIVE ET CULTURALE.....156

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

12.1. Stratégies de Prévention : Prophylaxie et Sélection Variétale.....156
- a. L'art de la prévention.....156
- A. La Prophylaxie : L'Hygiène du Champ.....156

FIGURE 34 : RÉF. IMG (6019-5445-3967).....158

Un agriculteur désinfecte sa machette avant de tailler ses caféiers.....158
- B. La Sélection Variétale : Choisir son Armure Génétique.....158

FIGURE 35 : RÉF. IMG (6949-2471-7877).....160

Comparaison entre une variété de manioc sensible et une résistante au virus.....160
- Scénarios et Exercices.....160
- Une leçon apprise dans la douleur à Mbuji-Mayi.....160

12.2. Stratégies Culturales : Rotations, Associations et Gestion de la Parcelle.....162
- a. Le bon sens paysan comme science.....162
- A. La Rotation des Cultures : Le Jeu des Familles.....163
- B. Les Associations Culturales : Une Alliance Stratégique.....163

FIGURE 36 : RÉF. IMG (3141-2490-7909).....165

Schéma d'une association culturale maïs-haricot-courge dans un champ.....165
- C. La Gestion de la Parcelle : Propreté et Préparation.....165

FIGURE 37 : RÉF. IMG (4676-2755-2411).....168

Comparaison d'une parcelle gérée et d'une parcelle négligée après récolte.....168
- a. Anecdote du Vieux Mfumu.....168

CHAPITRE 13. LES MÉTHODES DE LUTTE CURATIVE.....171

13.1. Méthodes Alternatives : Lutte Biologique, Physique et Mécanique.....171
- a. L'œil du cultivateur.....171
- A. La Lutte Biologique : L'armée de la nature.....171

FIGURE 38 : RÉF. IMG (4817-3670-5248).....173

Coccinelle dévorant des pucerons sur une jeune pousse de manioc.....173
- B. La Lutte Physique : Changer les conditions du jeu.....173
- C. La Lutte Mécanique : L'action directe.....174

FIGURE 39 : RÉF. IMG (5281-7228-4749).....176

Paysan du Kwilu installant un piège à phéromones dans un verger.....176

- Anecdote : La sagesse de grand-mère Hélène à Lisala.....176

13.2. Les Biopesticides : Pesticides d'Origine Naturelle.....178

- a. Le savoir ancestral et la science moderne.....178
- A. Les Biopesticides d'Origine Végétale (Botaniques).....178
- B. Les Biopesticides d'Origine Microbienne.....179

FIGURE 40 : RÉF. IMG (8136-5970-9145).....181

Préparation et application d'un biopesticide à base de feuilles de Neem.....181

- C. Avantages et Limites des Biopesticides.....181

13.3. La Lutte Chimique : Usage Raisonné des Pesticides.....184

- a. L'arme à double tranchant.....184
- A. Définition et Familles de Pesticides.....184

FIGURE 41 : RÉF. IMG (1786-8740-9727).....185

Un agriculteur inspectant une étiquette de pesticide avec attention.....185

- B. Le Principe de l'Usage Raisonné.....185

FIGURE 42 : RÉF. IMG (7353-7366-6613).....187

Équipement de Protection Individuelle (EPI) pour traitement phytosanitaire.....187

- L'histoire de Papa Mbuyi et de la chenille légionnaire.....187

ANNEXES.....190

1. Fiches d'Identification des Principales Maladies et Ravageurs.....190
   - A. Maladies du Manioc (Manihot esculenta).....190
   - B. Maladies du Bananier (Musa spp.).....191
   - C. Maladies du Caféier (Coffea spp.).....192
2. Guide de Préparation de Biopesticides Artisanaux.....194
   - A. Biopesticides à Action Insecticide et Nématicide.....194
   - B. Biopesticides à Action Fongicide et Bactéricide.....195
   - C. Principes Généraux d'Application et de Sécurité.....196
3. Calendrier de Surveillance Phytosanitaire.....197
   - A. Principes Fondamentaux et Objectifs.....197
   - B. Facteurs Structurants du Calendrier.....198
   - C. Modèles de Calendriers par Type de Culture (Exemples pour la RDC).....199
   - D. Méthodologie et Outils de la Surveillance.....200
4. Glossaire des Termes Phytopathologiques.....201

- A. Concepts Fondamentaux et Épidémiologiques.....201
- B. Typologie des Agents Pathogènes.....202
- C. Description des Symptômes Macroscopiques.....203
- D. Structures Fongiques Clés.....203

PRÉLIMINAIRES

0.1. Introduction Générale au Cours

0.1.1. Finalité Pédagogique

La présente didactique dépasse la mémorisation encyclopédique des pathologies. Son objectif est de structurer chez l'apprenant une compétence de diagnostic agronomique. L'étudiant apprend à formuler des hypothèses à partir d'observations de symptômes, à la manière d'une investigation scientifique. Il s'agit de former des techniciens capables de raisonner face à un problème phytosanitaire inconnu.

0.1.2. Ancrage Pragmatique

Chaque concept théorique trouve son application directe dans le contexte agricole et forestier congolais. La mosaïque du manioc au Kasaï, la rouille du caféier au Kivu ou les viroses du cacaoyer dans la Tshopo servent de supports concrets. La connaissance devient ainsi un outil opérationnel, directement mobilisable sur le terrain, que ce soit dans le Kwilu ou au Kongo Central.

0.1.3. Compétence Visée

La compétence fondamentale visée se décline en un triptyque opérationnel : observer, analyser, intervenir. L'observation rigoureuse des symptômes et des signes est la première étape. L'analyse causale connecte le symptôme à l'agent pathogène et aux facteurs environnementaux. L'intervention propose des solutions de lutte intégrée, adaptées et durables. Le cours outille l'étudiant pour maîtriser cette chaîne logique.

0.2. Compétences Visées

0.2.1. Maîtrise Cognitive et Conceptuelle

L'acquisition des savoirs fondamentaux structure la démarche phytopathologique. L'apprenant établit une distinction rigoureuse entre les symptômes (manifestations sur l'hôte) et les signes (structures du pathogène). Il maîtrise la classification des agents pathogènes majeurs : champignons, oomycètes, bactéries, virus, viroïdes et nématodes. Cette compétence taxonomique permet de relier un agent causal à un cycle de maladie spécifique

et à des conditions épidémiologiques favorables. La compréhension du triangle de la maladie (hôte-pathogène-environnement) devient le socle de son raisonnement étiologique.

0.2.2. Développement de Compétences Opérationnelles

Le transfert des connaissances théoriques s'effectue par le diagnostic de terrain. L'étudiant développe une méthodologie d'observation *in situ*, de l'échelle de la parcelle à celle de l'organe végétal. Il apprend les techniques de prélèvement et de conditionnement d'échantillons pour une analyse ultérieure. Fondamentalement, il formule des hypothèses diagnostiques basées sur les symptômes observés. Il est capable de proposer et de hiérarchiser des stratégies de lutte. Celles-ci incluent des méthodes prophylactiques, culturales, biologiques et, en dernier recours, chimiques, dans une logique de gestion intégrée.

0.2.3. Acquisition d'une Posture Scientifique et Préventive

La formation forge une posture scientifique et préventive. L'agronome ou le forestier dépasse la simple identification d'une maladie pour en évaluer l'incidence et la sévérité. Il intègre les notions de seuil de nuisibilité économique dans ses recommandations. Son analyse devient systémique, considérant la culture ou le peuplement forestier comme un agroécosystème. Cette posture le conduit à privilégier la prévention et la résilience du système plutôt que l'intervention curative systématique. Il devient une source de conseil technique fiable, capable de justifier ses décisions.

0.3. Approche Pédagogique

0.3.1. Progression inductive et observationnelle

Une progression inductive structure la didactique de cet ouvrage. Chaque concept part du symptôme observable sur le terrain. La démarche va du concret (la plante malade, le champ affecté) vers l'abstrait (l'agent pathogène, son cycle biologique, les conditions de son développement). Cette méthode ancre l'apprentissage dans une pratique diagnostique. Elle forme l'œil de l'apprenant à repérer, décrire et questionner une anomalie végétale avant de la nommer ou de la classer. L'acquisition des savoirs découle de l'analyse factuelle.

0.3.2. Contextualisation agro-écologique congolaise

L'ancrage des savoirs dans le contexte agronomique de la RDC est une constante. La phytopathologie n'est pas une science désincarnée. Les exemples mobilisés (mosaïque du manioc au Kasaï, verse du maïs dans l'ancienne Province Orientale, rouille du caféier dans les Kivu) ancrent la théorie dans les réalités locales. Cette approche permet à l'apprenant de connecter directement la connaissance scientifique aux défis concrets de l'agriculture et de la foresterie nationales, du Kongo Central à l'Équateur.

0.3.3. Analyse systémique par le triangle de la maladie

La phytopathologie est abordée comme une science des interactions. L'objectif est de dépasser la simple identification de maladies pour comprendre les mécanismes de leur apparition. L'apprenant est guidé vers une analyse systémique. Le triangle de la maladie (hôte-pathogène-environnement) sert de grille d'analyse permanente. Chaque cas d'étude est une occasion d'évaluer la vulnérabilité de l'hôte, l'agressivité du pathogène et l'influence décisive des facteurs environnementaux et culturaux.

0.4. Matrice d'Évaluation

0.4.1. Finalités de l'évaluation

Cette matrice fournit un cadre structuré pour l'évaluation des compétences en phytopathologie. Son objectif est de mesurer l'acquisition progressive des savoirs, savoir-faire et savoir-être, conformément aux exigences du programme de 1ère année Agriculture et Foresterie. L'évaluation est conçue comme un outil diagnostique et sommatif. Elle permet à l'enseignant de valider les acquis et d'identifier les points de remédiation nécessaires pour chaque étudiant.

0.4.2. Pondération des compétences

La répartition des points au sein des évaluations (interrogations, examen final) suit une pondération précise. Cette structure assure une évaluation équilibrée des différents niveaux cognitifs, allant de la simple restitution à l'analyse appliquée.

- **Savoirs théoriques (Connaissance) : 30%**
  - Définition des termes techniques (pathogène, symptôme, épidémie).

  - Classification des agents pathogènes fongiques, bactériens et viraux.
  - Restitution des cycles de développement des maladies étudiées.
- **Savoir-faire intellectuel (Compréhension & Analyse) : 40%**
  - Interprétation des symptômes décrits ou illustrés.
  - Explication des mécanismes d'infection et des réactions de défense de la plante.
  - Comparaison argumentée des stratégies de lutte (chimique, biologique, intégrée).
- **Savoir-faire procédural (Application) : 30%**
  - Élaboration d'un diagnostic différentiel à partir d'une étude de cas.
  - Proposition d'un protocole de traitement préventif ou curatif pour une culture donnée.
  - Calcul de doses de produits phytosanitaires en fonction d'une surface.

Partie 1. Fondements de la Phytopathologie et Diagnostic

Le champ, un champ de bataille silencieux

Un cultivateur du Kasaï observe les feuilles de son maïs jaunir sans raison apparente. Il fait face à un adversaire invisible, silencieux, mais redoutable pour sa récolte. Cet ennemi peut être un champignon microscopique, une bactérie ou un virus. La lutte contre ces agresseurs détermine le succès ou l'échec d'une saison agricole. Comprendre cet ennemi est le premier pas vers la victoire.

Phytopathologie : la médecine des végétaux

La phytopathologie est la science qui étudie les maladies des plantes. Son approche est similaire à celle de la médecine. Elle analyse en permanence la relation entre trois acteurs : l'hôte (la plante), l'agent pathogène (l'agresseur) et l'environnement (le climat, le sol). Cette interaction, nommée le triangle de la maladie, explique pourquoi une pathologie se déclare à un endroit précis et à un moment donné.

L'art du diagnostic : l'enquête sur le terrain

Identifier une maladie végétale demande une véritable enquête. L'agronome observe les symptômes : taches, flétrissements, pourritures. Il analyse le contexte de la parcelle, comme un enquêteur sur une scène. Face à la mosaïque du manioc, fréquente dans le Bas-Uele, la décoloration typique des feuilles est l'indice principal. Chaque indice guide l'expert vers l'identification du coupable et de ses faiblesses.

Du diagnostic à l'action : protéger la récolte

Connaître le nom de la maladie ne représente que la moitié du travail. L'objectif final de la phytopathologie est l'action concrète et efficace. Un bon diagnostic permet de choisir la méthode de lutte la plus adaptée : une pratique culturale modifiée, l'usage de variétés résistantes ou un traitement spécifique. Protéger une plantation de caféiers au Nord-Kivu dépend de ce savoir-faire.

Chapitre 1. Introduction à la Science des Maladies des Plantes

1.1. Concepts Fondamentaux : Maladie, Pathogène et Triangle de la Maladie

a. Une leçon venue d'Irlande

Pendant des siècles, une mauvaise récolte était vue comme une fatalité. La colère des ancêtres, un mauvais sort, ou simplement le manque de pluie. Peu de gens soupçonnaient l'existence d'ennemis invisibles à l'œil nu, capables de détruire des plantations entières.

L'histoire a basculé au 19ème siècle. Un champignon microscopique a ravagé les cultures de pomme de terre en Irlande, provoquant une famine terrible. Cette catastrophe a forcé les scientifiques à comprendre que les plantes, comme les humains, tombent malades.

A. La Maladie : Plus qu'une simple feuille jaune

Une plante est malade quand son fonctionnement normal est perturbé de manière continue. Cette altération affecte sa physiologie, sa croissance, son apparence ou sa capacité à se reproduire. Un insecte qui mange un bout de feuille cause une blessure. Une maladie est un processus durable, une bataille interne.

La mosaïque du manioc, bien connue dans le Kwilu, est une maladie. Le virus perturbe la production de chlorophylle. La feuille devient marbrée de jaune et de vert. La plante entière s'affaiblit et produit des tubercules plus petits. La maladie est donc une déviation de l'état de santé normal.

B. Le Pathogène : L'agresseur microscopique

Le pathogène est l'agent biologique qui cause la maladie. Il s'agit d'un organisme vivant qui se développe aux dépens de la plante, appelée son hôte. Tous les micro-organismes ne sont pas des pathogènes. Beaucoup sont bénéfiques pour le sol et la plante.

Les principaux groupes de pathogènes des plantes sont : - **Les champignons :** responsables des rouilles (caféier au Kivu), des charbons (maïs) et des mildious. - **Les bactéries :** causes de flétrissements (bananier) ou de pourritures molles. - **Les virus :** agents de mosaïques

(manioc, tabac) et de jaunisses. - **Les nématodes :** des vers microscopiques qui attaquent les racines.

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Figure 1 : Réf. IMG (4088-7697-6345)

Comparaison visuelle entre une feuille de manioc saine et une malade

a. L'observation directe

L'illustration montre deux feuilles de manioc. À gauche, une feuille saine présente une couleur verte uniforme et une forme régulière. Elle est capable d'assurer une photosynthèse maximale. À droite, une feuille atteinte par le virus de la mosaïque. Elle est déformée, plus petite, et présente des taches jaunes ou vert clair. Ces marbrures sont le symptôme caractéristique de la maladie. L'intégrité de la feuille est compromise.

b. Le symptôme, un signal d'alerte

La décoloration n'est pas juste une question d'esthétique. C'est le signe visible que le virus est actif dans les cellules de la plante. Ce symptôme indique une perturbation profonde du métabolisme de la feuille.

c. L'impact sur la productivité

Une feuille malade est une usine qui tourne au ralenti. Elle capte moins de lumière et produit moins de sucres. Pour le cultivateur du Kongo Central ou de la Tshopo, cela se traduit directement par une récolte de tubercules de manioc réduite en taille et en quantité.

C. Le Triangle de la Maladie : La recette du désastre

Une maladie n'éclate pas par hasard. Son apparition nécessite la réunion simultanée de trois conditions. Cette interaction est modélisée par le "triangle de la maladie". Si un seul de ces trois éléments manque, la maladie ne se développe pas.

Les trois sommets du triangle sont : - **L'Hôte sensible :** Une plante ou une variété qui n'a pas de défense naturelle contre un pathogène donné. - **Le Pathogène virulent :** Un micro-organisme capable d'infecter l'hôte et de provoquer la maladie. - **L'Environnement favorable :** Des conditions climatiques (humidité, température) et culturales qui favorisent le développement du pathogène et/ou affaiblissent la plante.

Figure 2 : Réf. IMG (0552-2373-8954)

Le triangle de la maladie : les trois conditions d'une épidémie

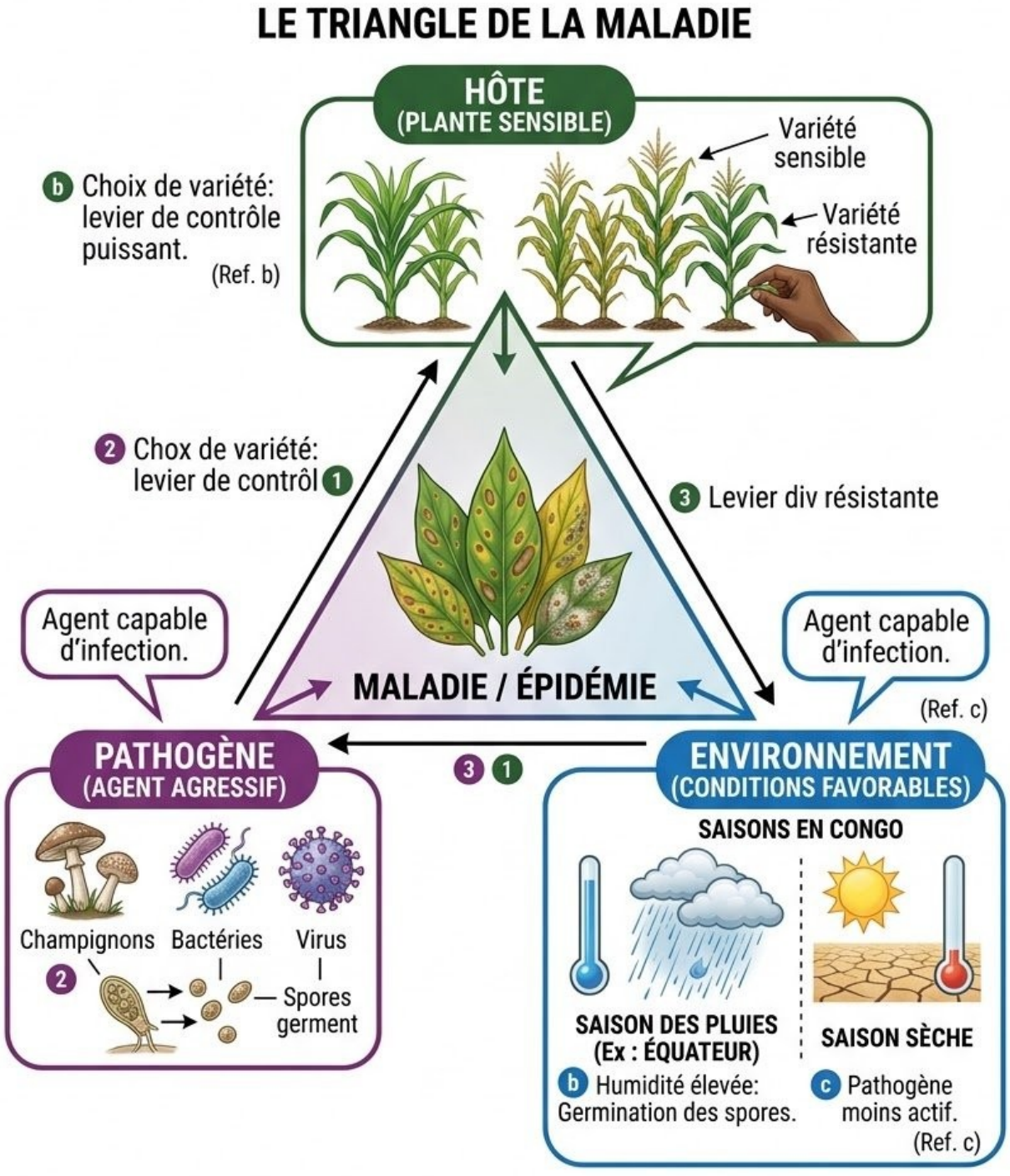


Figure 2 : Réf. IMG (0552-2373-8954)

Le triangle de la maladie : les trois conditions d'une épidémie

a. Le concept visuel

Ce schéma illustre parfaitement l'interaction. Les trois côtés représentent l'hôte, le pathogène et l'environnement. La maladie, représentée au centre, ne peut exister que si les trois composantes sont présentes et interagissent. Briser n'importe quel côté du triangle suffit à empêcher ou à contrôler l'épidémie. Cette idée est fondamentale en protection des cultures.

b. Le maillon de l'hôte

Certaines variétés de maïs résistent naturellement à un champignon, tandis que d'autres y sont très sensibles. Le choix de la variété est donc un levier de contrôle puissant pour le fermier.

c. L'influence de l'environnement

Pendant la grande saison des pluies en Équateur, l'humidité ambiante est très élevée. C'est une condition parfaite pour la germination des spores de nombreux champignons. Le même pathogène sera beaucoup moins actif en saison sèche.

Scénarios et Exercices

L'intuition de Papa Mbayo

Papa Mbayo, un agriculteur expérimenté du Kasaï-Oriental, cultive du maïs depuis plus de trente ans. Une année, il remarque que dans une partie de son champ, les plants de maïs restent petits, jaunissent et produisent des épis minuscules. Pourtant, la pluie a été bonne partout. Il accuse d'abord la terre, pensant qu'elle est "fatiguée" à cet endroit précis. Après discussion avec un jeune agronome, il comprend une nouvelle vérité. Le problème n'est pas la terre elle-même, mais des champignons pathogènes microscopiques qui y vivent et qui attaquent les racines. Pour la première fois, il ne voit plus un sol inerte mais un milieu vivant, où se déroule une bataille invisible qui détermine le succès de sa récolte.

Exercice 1 : Le caféier de Maman Hélène au Kivu

Énoncé : Maman Hélène possède deux parcelles de caféiers Arabica au Nord-Kivu. La parcelle A est bien aérée, en pente douce et reçoit bien le soleil. La parcelle B est dans un bas-fond, où l'air circule mal et où l'humidité reste élevée après la pluie. Elle observe que les feuilles des caféiers de la parcelle B sont couvertes de taches de couleur orange (rouille), alors que ceux de la parcelle A sont sains. Le champignon responsable de la rouille est pourtant présent dans toute la région. Comment expliquer cette différence ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identifier les éléments du triangle de la maladie** L'hôte est le caféier Arabica (sensible). Le pathogène est le champignon de la rouille (*Hemileia vastatrix*). Le troisième élément, l'environnement, est la variable qui change entre les deux parcelles.
2. **Étape 2 : Comparer les environnements** La parcelle A (ensoleillée, aérée) représente un environnement défavorable au développement du champignon. L'humidité sur les feuilles s'évapore vite. La parcelle B (humide, peu aérée) est un environnement très favorable. L'humidité stagne, permettant aux spores du champignon de germer et d'infecter les feuilles.
3. **Étape 3 : Conclure en utilisant le modèle** Bien que l'hôte sensible et le pathogène virulent soient présents dans les deux cas, la maladie ne se déclare que dans la parcelle B. C'est la preuve que l'environnement est le facteur déclenchant. Pour contrôler la maladie, Maman Hélène pourrait améliorer l'aération de la parcelle B en taillant ses caféiers.

Exercice 2 : Le mystère des bananiers de la N'sele

Énoncé : Un entrepreneur agricole de la vallée de la N'sele à Kinshasa plante deux variétés de bananiers plantains côte à côte. La première est une variété locale traditionnelle. La seconde est une nouvelle variété améliorée, fournie par un centre de recherche. Après quelques mois, de nombreux plants de la variété locale jaunissent, flétrissent et meurent. Le diagnostic révèle le flétrissement bactérien. Étonnamment, les plants de la variété améliorée, juste à côté, restent parfaitement verts et vigoureux. Comment est-ce possible ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identifier les éléments du triangle de la maladie** Le pathogène (bactérie du flétrissement) est présent dans le sol. L'environnement (même sol, même pluie, même température) est identique pour les deux variétés. La seule variable est l'hôte.
2. **Étape 2 : Analyser le facteur "hôte"** Nous avons deux hôtes différents : la variété locale et la variété améliorée. Le fait que l'une tombe malade et pas l'autre, dans des conditions identiques, montre une différence de sensibilité. La variété locale est un "hôte sensible". La variété améliorée est un "hôte résistant".
3. **Étape 3 : Conclure en utilisant le modèle** La maladie ne s'est pas développée sur la nouvelle variété car le sommet "Hôte sensible" du triangle était manquant. La plante possède des défenses génétiques qui empêchent la bactérie de provoquer la maladie. Cet exercice illustre l'importance de la sélection variétale comme méthode de lutte phytosanitaire.

1.2. Importance et Classification des Maladies Végétales

a. Le poids d'une feuille malade

Même si une feuille de manioc jaunie à Mbandaka semble un détail, elle représente bien plus. C'est le signe d'une bataille invisible qui se joue à l'échelle cellulaire, une lutte entre la plante et un agresseur microscopique.

Cette lutte a des conséquences directes sur la quantité de tubercules dans le sol et, par extension, sur la table familiale à Lisala ou Gemena. La phytopathologie décode ces signes pour protéger nos cultures et garantir la sécurité alimentaire. Une plante malade est une promesse de récolte diminuée.

A. L'Importance Économique et Sociale des Maladies

Les maladies végétales ne détruisent pas seulement les plantes. Elles impactent directement l'économie et la vie des populations. Leur importance se mesure sur trois niveaux.

- **La perte de rendement** : C'est l'effet le plus direct. Une culture de maïs attaquée par un champignon dans le Haut-Katanga produira moins de grains par épi.

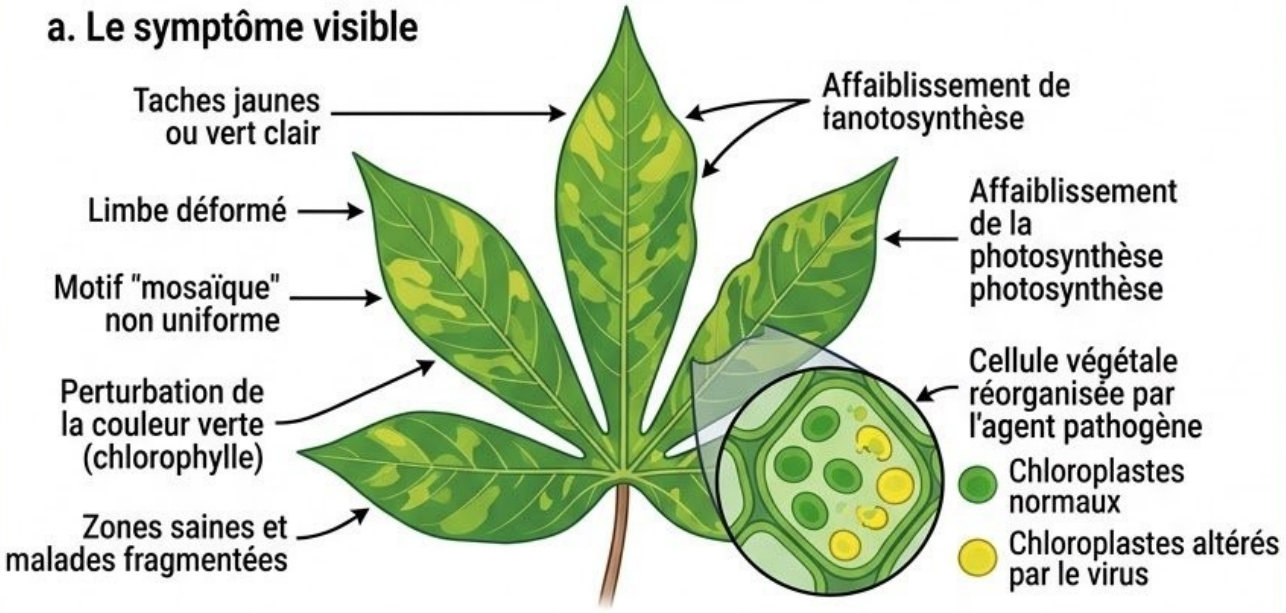
- **La baisse de qualité** : Un fruit taché ou déformé par une maladie se vendra moins cher sur le marché de Matadi. Pour des cultures d'exportation comme le café ou le cacao, la qualité est un critère non négociable.
- **Les pertes post-récolte** : Des tubercules de pomme de terre ou d'ignames, apparemment sains à la récolte, peuvent pourrir massivement durant le stockage à cause d'infections latentes.

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

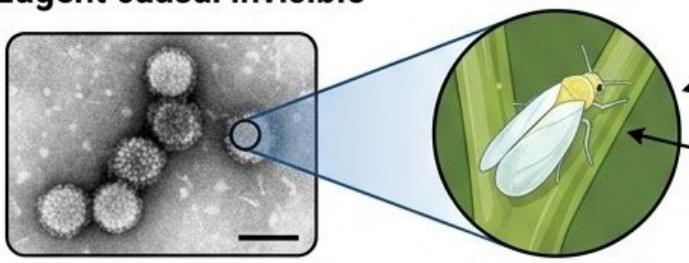
Figure 3 : Réf. IMG (2255-8309-1974)

Feuille de manioc atteinte par le virus de la mosaïque africaine

a. Le symptôme visible



b. L'agent causal invisible

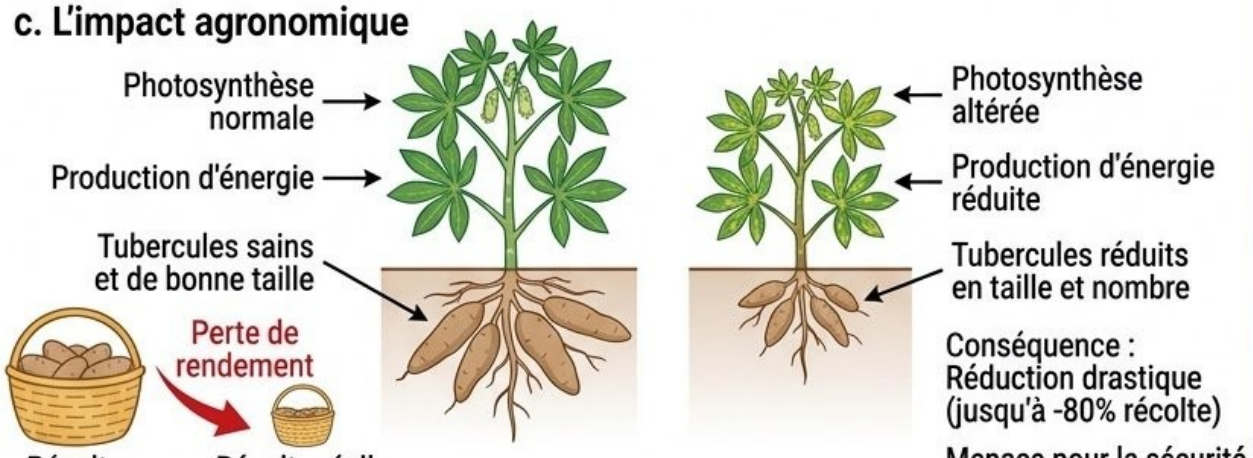


Virus de la mosaïque africaine (Causal Agent, Invisible à l'œil nu)

Mouche blanche (*Bemisia tabaci*)

Non causé par un manque d'engrais (Symptôme de maladie virale)

c. L'impact agronomique



Récolte attendue

Récolte réelle avec forte infection

Menace pour la sécurité alimentaire régionale

Figure 3 : Réf. IMG (2255-8309-1974)

Feuille de manioc atteinte par le virus de la mosaïque africaine

a. Le symptôme visible

L'observation montre des taches jaunes ou vert clair qui déforment le limbe de la feuille de manioc. Ce motif, appelé "mosaïque", n'est pas uniforme. Il perturbe la couleur verte normale, essentielle à la photosynthèse. La feuille semble fragmentée en zones saines et malades, ce qui affaiblit considérablement sa capacité à produire de l'énergie pour la plante. L'agent pathogène réorganise la cellule végétale à son profit, provoquant cette décoloration caractéristique et très reconnaissable par l'agronome.

b. L'agent causal invisible

Cette décoloration n'est pas due à un manque d'engrais. Elle est le symptôme d'une maladie virale, la mosaïque africaine du manioc. Le virus, invisible à l'œil nu, se multiplie dans les cellules de la plante. Il est souvent transmis par un petit insecte vecteur, la mouche blanche (*Bemisia tabaci*).

c. L'impact agronomique

Une feuille atteinte de mosaïque effectue mal la photosynthèse. Moins d'énergie est produite et envoyée vers les racines. La conséquence directe est une réduction drastique de la taille et du nombre des tubercules. Une forte infection dans un champ peut anéantir plus de 80% de la récolte attendue, menaçant la sécurité alimentaire de toute une région.

B. La Classification des Maladies Végétales

Classifier une maladie est la première étape pour la combattre. On regroupe les maladies selon leur origine, ce qui permet de choisir la bonne méthode de lutte. La distinction fondamentale se fait entre les causes vivantes et non vivantes.

a. Les maladies abiotiques (non-infectieuses)

Elles proviennent de facteurs environnementaux ou de mauvaises pratiques culturales. Ces maladies ne se transmettent pas d'une plante à l'autre.

- **Le climat** : Un excès d'eau dans un champ mal drainé au Kwilu asphyxie les racines. Une sécheresse prolongée dans le Kasaï provoque un flétrissement.
- **Le sol** : Une carence en azote se manifeste par un jaunissement général du feuillage. Un sol trop acide bloque l'absorption de certains nutriments.
- **Les pollutions** : L'usage excessif ou incorrect d'un herbicide peut "brûler" les cultures.

b. Les maladies biotiques (infectieuses)

Elles sont causées par un organisme vivant, un pathogène, qui vit aux dépens de la plante hôte. Ces maladies sont contagieuses.

Les principaux agents pathogènes sont : - **Les champignons** : Le groupe le plus vaste. Ils causent les rouilles du caféier, le mildiou de la pomme de terre ou la pourriture des racines. - **Les bactéries** : Organismes unicellulaires provoquant des taches foliaires, des chancres sur les tiges ou des flétrissements vasculaires. - **Les virus** : Entités microscopiques qui détournent la machinerie cellulaire de la plante, comme le virus de la mosaïque du manioc. - **Les nématodes** : Vers microscopiques du sol qui attaquent les racines, provoquant des galles et affaiblissant la plante.

Figure 4 : Réf. IMG (5603-8612-8205)

Grains de café robusta affectés par la rouille orangée (Hemileia vastatrix)

a. Les pustules caractéristiques

Cette image montre des grains de café robusta, mais la maladie attaque surtout les feuilles. Sur la face inférieure des feuilles, on observe des pustules de couleur jaune-orangé. Ces taches ne sont pas lisses ; elles sont poudreuses au toucher. Chaque pustule est en réalité un amas de milliers de spores du champignon *Hemileia vastatrix*. Ces spores sont les "semences" de la maladie, prêtes à être dispersées par le vent ou la pluie pour infecter de nouvelles feuilles.

b. Le cycle du champignon

Le champignon responsable est un parasite obligatoire. Il ne peut survivre et se reproduire que sur une plante de caféier vivante. Les spores germent sur une feuille humide, pénètrent les tissus et se nourrissent de la sève. Le cycle est rapide, permettant plusieurs générations de la maladie au cours d'une même saison.

c. La conséquence économique

La rouille orangée provoque la chute prématurée des feuilles. Sans ses feuilles, le caféier ne peut plus nourrir correctement ses fruits (les cerises de café). La production de café s'effondre. Pour un paysan de la Province Orientale ou du Nord-Kivu, dont le revenu dépend de sa récolte, cette maladie est une catastrophe économique directe.

SCÉNARIOS ET EXERCICES

Une affaire de "mauvais œil" au Kasaï

Papa Mbuyi, un agriculteur expérimenté près de Mbuji-Mayi, est désespéré. Son champ de maïs, habituellement si vigoureux, présente cette année des rangées entières de plants rabougris aux feuilles parcourues de stries jaunes. Les anciens du village parlent de "mauvais œil" ou d'une terre "fatiguée". Mbuyi a même sacrifié une chèvre, sans succès. Un jeune ingénieur agronome de passage examine les plants. Il prélève une feuille, observe les stries décolorées bien parallèles aux nervures. Il explique calmement à Papa Mbuyi