

GUIDE

DE PRODUCTION DURABLE



COLEAD

A close-up photograph of a person's hands weighing a pineapple on a digital scale. The scale is placed on a cardboard box. In the background, several other pineapples are visible on a wooden surface. The person is wearing a yellow and black patterned garment.

**ANANAS
(ANANAS
COMOSUS)**



Financé par
l'Union européenne



Le contenu et la conception de ce document ont été préparés par COLEAD dans le cadre du programme Fit for Market Plus financé par l'Union européenne (Fonds européen de développement - FED) et l'Organisation des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (OEACP). Le COLEAD est seul responsable du contenu de cette publication, qui ne peut en aucun cas être considérée comme représentant la position officielle de l'Union européenne ou de l'OEACP. L'accès à ce guide de production agricole se fait à vos propres risques. Vous comprenez et acceptez que le guide vous est fourni «tel quel» et «tel que disponible». Le COLEAD ou les donateurs ne font aucune déclaration ni garantie de quelque nature que ce soit concernant le contenu. Toute utilisation du contenu se fait aux propres risques des utilisateurs, qui sont seuls responsables de l'interprétation et de l'utilisation des informations fournies. Aucun conseil ni aucune information, qu'ils soient oraux ou écrits, obtenus du COLEAD, ne créeront de garantie non expressément formulée dans le présent document. Vous acceptez et reconnaissez que le COLEAD a le droit de modifier, d'améliorer ou d'interrompre tout ou partie de ce document à sa seule discrétion et sans préavis.

Le COLEAD est le détenteur des droits de propriété intellectuelle de cette publication. Son contenu peut être récupéré et téléchargé uniquement pour un usage personnel et ne peut être copié, modifié, publié, diffusé ou distribué de toute autre manière sans l'autorisation écrite préalable du COLEAD. Ces informations étant compilées à des fins éducatives uniquement, la publication peut contenir des éléments protégés par des droits d'auteur dont l'utilisation ultérieure n'est pas toujours expressément autorisée par le détenteur des droits d'auteur.

En termes de contenu technique, le présent document est destiné à être utilisé comme un guide uniquement. Bien que tout ait été mis en œuvre pour fournir des informations complètes et précises au moment de la production, le rédacteur et l'éditeur n'acceptent aucune responsabilité en cas d'erreur, d'omission, d'inexactitude ou d'information périmée incluse dans le contenu, ou en cas de perte, dommage ou tout autre accident résultant de l'utilisation des informations et des produits qui y sont répertoriés. Les informations contenues dans le présent document sont celles disponibles au moment de la production. Il pourrait être nécessaire d'adapter ou de reconsidérer les informations présentées pour répondre aux conditions agro-écologiques locales spécifiques. Lors de l'utilisation, de la manipulation ou du stockage de tout produit agrochimique approuvé, il est essentiel de toujours lire et suivre les instructions figurant sur l'étiquette du produit. Toutefois, le COLEAD peut recommander des BPA pour les produits phytosanitaires qui diffèrent de l'étiquette du produit et qui ont été développées sur la base d'essais réalisés dans des conditions locales. Notez également que les recommandations de ce guide peuvent parfois être données en utilisant des unités de mesure différentes de celles utilisées sur l'étiquette d'un produit donné. Il faudra donc faire attention au calcul des doses.

CONTRIBUTIONS À CETTE PUBLICATION

Coordination/rédacteurs (COLEAD): Pieterjan De Bauw, Alice Jacques, Edouard Lehmann

Auteurs (Unité de Recherche en Gestion Durable de la Fertilité des Sols, Laboratoire des Sciences du Sol, Université d'Abomey-Calavi): Elvire Line Sossa, Codjo Emile Agbangba, Jamali Ayifimi, Guillaume Lucien Amadji

Mise en page et conception graphique: Géraldine Meeus (ALL STARK's PRODUCTION SRL)

COMMENT CITER

E. L. Sossa, C. E. Agbangba, J. Ayifimi, G. L. Amadji, P. De Bauw, A. Jacques, E. Lehmann, 2025, Guide de Production Durable d'ananas, COLEAD, Fit For Market Plus, Bruxelles, Belgique, 322p

Lien permanent pour citer ou partager cet article : <https://resources.colead.link/fr/e-bibliotheque/guide-production-durable-lananas-ananas-comosus>

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	15
<hr/>	
2. EXIGENCES DE L'ANANAS	19
<hr/>	
2.1. CLIMAT	20
2.1.1. TEMPÉRATURE	20
2.1.2. PLUVIOMÉTRIE	20
2.1.3. HUMIDITÉ RELATIVE	20
2.1.4. INSOLATION	20
2.2. EAU	21
2.3. SOL	21
2.4. NUTRITION	22
2.4.1. AZOTE	22
2.4.2. POTASSIUM	22
2.4.3. PHOSPHORE	22
2.4.4. MAGNÉSIUM	22
2.4.5. CALCIUM	23
2.4.6. BORE	23
2.4.7. CUIVRE	23
2.4.8. FER	23
2.4.9. MANGANÈSE	23
2.4.10. ZINC	24
2.4.11. SOUFRE	24
2.4.12. MOLYBDÈNE	24
3. PRÉPARATION DE LA PARCELLE	27
<hr/>	
3.1. CHOIX DE LA PARCELLE	28
3.1.1. PRÉCÉDENT CULTURAL	28
3.1.2. TOPOGRAPHIE	29
3.2. ÉTAPES DE PRÉPARATION OU D'AMÉNAGEMENT DU TERRAIN	29
3.3. PRÉPARATION DU SOL	30
3.3.1. LABOUR	30
3.3.2. ENFOUISSEMENT	31
3.3.3. SOUS-SOLAGE	31
3.3.4. PULVERISAGE OU HERSAGE	32

3.3.5. BILLONNAGE	33
3.3.6. POSE DE FILM POLYETHYLENE	33
3.4. AMENDEMENTS DU SOL	35
3.4.1. FUMURE DE FOND	35
3.4.2. AMENDEMENT ORGANIQUE	36
4. CHOIX PRÉALABLE À LA PLANTATION	39
<hr/>	
4.1. MATÉRIEL VÉGÉTAL	40
4.2. VARIÉTÉS	40
4.2.1. CAYENNE LISSE	41
4.2.2. PAIN DE SUCRE	42
4.2.3. MD2	43
4.2.4. RED SPANISH	44
4.2.5. QUEEN VICTORIA	45
4.2.6. PEROLERA	46
4.3. ASSOCIATIONS	51
4.4. ROTATION/ASSOLEMENT	51
5. PRODUCTION DES REJETS	55
<hr/>	
5.1. PRODUCTION DE REJETS À PARTIR D'UNE PARCELLE D'ANANAS RÉCOLTE	61
5.2. PRODUCTION DE REJETS À PARTIR DE LA CULTURE DE TISSUS OU VITROPLANTS	61
5.3. PRODUCTION DE REJETS À PARTIR DE L'UTILISATION DE REGULATEUR DE CROISSANCE	64
5.4. PRODUCTION DE REJETS À PARTIR DE L'UTILISATION DE LA SECTION DU TRONC	65
5.5. PRODUCTION DE REJETS PAR ABLATION/CASTRATION FLORALE	67
5.6. PRODUCTION DE REJETS À PARTIR DES COURONNES	68
5.7. PRODUCTION DE REJETS AU MOYEN DE BIORÉACTEUR À IMMERSION TEMPORAIRE	72
5.8. PRODUCTION DE REJETS PAR ÉTIOLATION	73
5.9. NUTRITION DES REJETS	74
5.10. RÉCOLTE DES REJETS	74
5.11. STOCKAGE DES REJETS	74
6. PLANTATION	81
<hr/>	
6.1. PÉRIODE DE PLANTATION	82
6.2. PRÉPARATION DES REJETS	83
6.2.1. QUALITÉ DES REJETS	83
6.2.2. CALIBRAGE	83
6.2.3. PARAGE	84
6.2.4. TRAITEMENT DES REJETS	85
6.2.4.1. TRAITEMENT BIOLOGIQUE DES REJETS	86

6.3. DENSITÉ DE PLANTATION	87
6.3.1. DISPOSITION EN LIGNES SIMPLES	87
6.3.2. DIPOSITION EN LIGNES DOUBLE OU JUMELÉES	88
6.3.3. PLANTATION À RANGÉE MULTIPLES	90
6.4. MISE EN TERRE DES REJETS	91
7. GESTION DE L'EAU	95
<hr/>	
7.1. IRRIGATION	96
7.1.1. IRRIGATION PAR ASPERSION	96
7.1.2. IRRIGATION GOUTTE À GOUTTE	98
7.2. EFFICIENCE ET PRODUCTIVITÉ DE L'EAU	99
7.3. QUELQUES TECHNIQUES POUR ÉCONOMISER L'EAU	100
8. GESTION DE SOL ET DE FERTILISATION	105
<hr/>	
8.1. GESTION INTÉGRÉE DE LA FERTILITÉ DES SOLS	106
8.2. DIAGNOSTIC NUTRITIONNEL DES PLANTES	109
8.2.1. ANALYSE DU SOL	109
8.2.2. ANALYSE FOLIAIRE	110
8.2.3. SYMPTÔMES DE CARENCE NUTRITIONNELLE DES PLANTES	112
8.3. PROGRAMME DE FERTILISATION	118
8.3.1. DIFFÉRENTS TYPES DE FERTILISANTS	123
8.3.2. DOSE D'APPLICATION DES FERTILISANTS	128
8.3.3. MODE D'APPLICATION DES FERTILISANTS	130
8.3.4. MOMENT DE FERTILISATION	131
9. GESTION DES ADVENTICES	135
<hr/>	
9.1. LUTTES CHIMIQUES	136
9.2. LUTTE BIOLOGIQUE ET CONTRÔLE CULTURAL	137
9.3. LUTTE MÉCANIQUE	139
10. INDUCTION FLORALE	143
<hr/>	
10.1. QUAND FAIRE L'INDUCTION FLORALE	146
10.2. INDUCTION FLORALE EN CULTURE CONVENTIONNELLE	147
10.2.1. TRAITEMENT À L'ACÉTYLÈNE À PARTIR DE CARBURE DE CALCIUM	147
10.2.2. APPLICATION DE L'ÉTHYLÈNE SOUS FORME GAZEUSE EN PRODUCTION MÉCANISÉE	148
10.2.3. TRAITEMENT À L'ETHEPHON	149
10.2.4. TRAITEMENT À L'AVIGLYCINE	149

10.2.5. TRAITEMENT AVEC DU CHARBON ACTIF ENRICHI PAR DE L'ETHYLENE POUR LES EXPLOITATIONS NON MECANISEES	150
10.2.6. TRAITEMENT À L'ETHREL	151
10.2.7. TRAITEMENT À LA ZEOTHENE	152
10.2.8. MELANGE DE L'ETHREL, D'URÉE ET DE CALCIUM DE CARBONATE	152
10.2.9. TRAITEMENT À L'ACIDE NAPHTALENE ACETIQUE	152
10.2.10. TRAITEMENT À LA PACLOBUTRAZOL	152
10.3. INDUCTION FLORALE EN CULTURE BIOLOGIQUE	153
11. GESTION DES RAVAGEURS ET MALADIES	159
11.1. LUTTE INTEGRÉE CONTRE LES RAVAGEURS	160
11.1.1. AVANTAGES DE LA LUTTE INTEGRÉE	160
11.1.2. ÉTAPES DE LA LUTTE INTEGRÉE CONTRE LES RAVAGEURS	160
11.1.2.1. IDENTIFICATION DES RAVAGEURS	161
11.1.2.2. DÉFINIR UN SEUIL D'ACTION	161
11.1.2.3. SURVEILLANCE	162
11.1.2.4. PRÉVENTION	162
11.1.2.5. CONTRÔLE	163
12. PRINCIPAUX RAVAGEURS ET MALADIES DE L'ANANAS	165
12.1. PRINCIPAUX RAVAGEURS	166
12.1.1. NÉMATODES	166
12.1.2. SYMPHYLIDES	179
12.1.3. COCHENILLES FARINEUSES	185
12.1.4. COCHENILLES À CARAPACE	195
12.1.5. FOREUR DES FRUITS	201
12.1.6. ACARIENS	209
12.2. PRINCIPAUX MALADIES FONGIQUES	214
12.2.1. POURRITURE DES RACINES « ROOT ROT » ET POURRITURE DES FRUITS VERTS « GREEN FRUIT ROT »	214
12.2.2. POURRITURE DU CŒUR « HEART ROT » OU « TOP ROT »	221
12.2.3. POURRITURE DE LA BASE DES REJETS « BUTT ROT » OU « BASE ROT » POURRITURE NOIRE DU FRUIT « BLACK ROT » OU « WATER BLISTER » TACHES BLANCHES SUR FEUILLES « WHITE LEAF SPOT »	228
12.2.4. FUSARIOSE	235
12.2.5. POURRITURE DU CŒUR DES FRUITS « FRUITLET CORE ROT », « EYE ROT » OU « BLACK SPOT »	243
12.2.6. POURRITURE DU FRUIT DUE AU CHAMPIGNON DE LEVURE « FRUIT ROT BY YEAST »	248

12.3. PRINCIPAUX MALADIES BACTÉRIENNES	252
12.3.1. MALADIE ROSE « PINK DISEASE »	252
12.3.2. POURRITURE BACTÉRIENNE DU CŒUR « BACTERIAL FRUIT HEART ROT » ET EFFONDREMENT DU FRUIT « FRUIT COLLAPSE »	255
12.3.3. MARBRAGE DE L'ANANAS « MARBLING DISEASE »	262
12.4. PRINCIPAUX MALADIES VIRALES	265
12.4.1. LES TACHES JAUNES « YELLOW SPOT »	265
12.4.2. MALADIE DU WILT	271
12.5. LES POINTS ESSENTIELS À RETENIR	276
13. RÉCOLTE DE L'ANANAS	281
<hr/>	
13.1. SOINS AUX FRUITS AVANT LA RÉCOLTE	282
13.1.1. PROTECTION DES FRUITS CONTRE LE COUP DE SOLEIL	282
13.1.2. LUTTE CONTRE LES INSECTES DÉPRÉDATEURS DES FRUITS	284
13.2. TRAITEMENT DE DÉVERDISSAGE À L'ÉTHÉPHON	286
13.3. PÉRIODE DE RÉCOLTE	288
13.4. RÉCOLTE PROPREMENT DITE	288
13.5. QUALITÉ COMMERCIALE	290
13.5.1. CARACTERISTIQUES MINIMALES DE QUALITES	290
13.5.2. CRITERES DE MATURITE DES PRODUITS	297
13.5.3. CLASSIFICATION DES PRODUITS	298
13.6. RENDEMENTS	302
13.7. LES POINTS ESSENTIELS À RETENIR	303
14. POST-RÉCOLTE DE L'ANANAS	305
<hr/>	
14.1. CONDITIONNEMENT	306
14.1.1. PARAGE	306
14.1.2. TRI	306
14.1.3. BROSSAGE, LAVAGE ET ESSORAGE/ÉGOUTTAGE	306
14.2. TRANSPORT ET MARCHÉ	307
14.2.1. TRANSPORT MARITIME	307
14.2.2. TRANSPORT AÉRIEN	307
14.2.3. MARCHÉ LOCAL ET SOUS-RÉGION	308
14.2.4. MARCHÉ INTERNATIONAL	308
14.3. LES POINTS ESSENTIELS À RETENIR	309
15. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	311
<hr/>	

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1	—	BROYAGE DES PLANTS AU ROTOBROYEUR	30
FIGURE 2	—	LABOUR À LA ROTOBÈCHE (A) ET LABOUR À LA CHARRUE À SOCS (B)	30
FIGURE 3	—	PULVÉRISEUR À DISQUE	31
FIGURE 4	—	SOUS-SOLEUSES	32
FIGURE 5	—	OPÉRATION DE PULVÉRISAGE	32
FIGURE 6	—	BILLONNEUSES À DISQUES	33
FIGURE 7	—	POSE DU FILM POLYÉTHYLÈNE (A); PLANTATION DES REJETS SUR DE FILM POLYÉTHYLÈNE (B)	34
FIGURE 8	—	JACHÈRE DE <i>MUCUNA PRURIENS</i> (A) ET DE <i>CROTALARIA JUNCEA</i> (B)	36
FIGURE 9	—	CAYENNE LISSE	41
FIGURE 10	—	PAIN DE SUCRE	42
FIGURE 11	—	MD2	43
FIGURE 12	—	RED SPANISH	44
FIGURE 13	—	QUEEN VICTORIA	45
FIGURE 14	—	PEROLERA	46
FIGURE 15	—	APERÇU DE LA COURONNE SUR LE FRUIT	56
FIGURE 16	—	FORMATION DES BULBILLES	57
FIGURE 17	—	APERÇU D'UN HAPPA DANS LA ZONE DE TRANSITION ENTRE LA TIGE ET LE PÉDONCULE	58
FIGURE 18	—	APPARITION DES CAYEUX DE TIGE	59
FIGURE 19	—	APERÇU DES CAYEUX DE BASE	60
FIGURE 20	—	PRINCIPALES ÉTAPES DE LA MICROPROPAGATION DE L'ANANAS	63
FIGURE 21	—	PRODUCTION DE PLANTULES D'ANANAS À PARTIR DE FRAGMENTS DE TIGE	66
FIGURE 22	—	REPRODUCTION DE REJETS À PARTIR DE LA COURONNE DE L'ANANAS	68
FIGURE 23	—	REPRODUCTION DE REJETS À PARTIR DES FRAGMENTS DE LA COURONNE	69
FIGURE 24	—	PHASE DE REPRODUCTION DE REJETS À PARTIR DE LA MÉTHODE PIF	70
FIGURE 25	—	PETITS POTS OU CONTENEURS EN PLASTIQUE (À GAUCHE) ET BIORÉACTEUR (À DROITE)	72
FIGURE 26	—	PRINCIPALES ÉTAPES DE LA MICROPROPAGATION DE L'ANANAS PAR ÉTIOLEMENT DES SEGMENTS NODAUX: (A) PLANTES INOCULÉES POUR INCUBATION EN ABSENCE DE LUMIÈRE; (B) PLANTES ÉTIOLÉES APRÈS INCUBATION DANS L'OBSCURITÉ; (C) SEGMENT NODAL ÉTIOLÉ PRÊT POUR LA SOUS-CULTURE APRÈS ÉLIMINATION DE L'APEX DE LA TIGE; (D) POUSSÉS OBTENUES À PARTIR DE SEGMENTS NODAUX; (E) PHASE DE MULTIPLICATION DES PLANTES	73
FIGURE 27	—	OPÉRATIONS DE CALIBRAGE DES REJETS D'ANANAS	75
FIGURE 28	—	OPÉRATIONS DE PARAGES DES REJETS D'ANANAS	75
FIGURE 29	—	OPÉRATIONS DE TREMPAGE OU DE TRAITEMENT DES REJETS	76

FIGURE 30	—	RETOURNEMENT DES REJETS DE BAS EN HAUT POUR EXPOSER LES RACINES AU SOLEIL	77
FIGURE 31	—	PLANT INFESTÉ PAR UNE COLONIE DE COCHENILLES (A); PLANT SAIN D'ANANAS (B)	83
FIGURE 32	—	SÉLECTION DES REJETS DE BONNE QUALITÉ	84
FIGURE 33	—	PLANT NON PARÉ (A); PLANT PARÉ (B)	85
FIGURE 34	—	MISE EN BOTTE ET SÉCHAGE DES REJETS (A), TREMPAGE DES REJETS DANS UNE SOLUTION FONGICIDE- INSECTICIDE (B)	86
FIGURE 35	—	PLANTATION EN LIGNES SIMPLES	88
FIGURE 36	—	DISPOSITION EN LIGNES DOUBLE OU JUMELÉES	89
FIGURE 37	—	DISPOSITION EN TROIS LIGNES	90
FIGURE 38	—	MISE EN TERRE DES REJETS D'ANANAS (A), MISE EN TERRE DES REJETS AVEC FEUILLAGE COUPÉE (B)	92
FIGURE 39	—	IRRIGATION PAR ASPERSION SOUS CULTURE D'ANANAS	97
FIGURE 40	—	SYSTÈMES D'IRRIGATION GOUTTE À GOUTTE	98
FIGURE 41	—	PAILLAGE DU SOL PAR LE FILM DE POLYÉTHYLÈNE BIODÉGRADABLE	100
FIGURE 42	—	PAILLAGE DU SOL AVEC LES RÉSIDUS DE RÉCOLTE D'ANANAS (A), INSTALLATION DE CULTURE DE COUVERTURE AUSSI COMMUNÉMENT APPELÉE « ENGRAIS VERT » (B)	101
FIGURE 43	—	BILLONS PAILLÉ AVEC DES RÉSIDUS DE RÉCOLTE	102
FIGURE 44	—	DIFFÉRENTES PRATIQUES DE GESTION INTÉGRÉE DE LA FERTILITÉ DES SOLS	108
FIGURE 45	—	DIFFÉRENTES PRATIQUES DE GESTION INTÉGRÉE DE LA FERTILITÉ DES SOLS	108
FIGURE 46	—	IDENTIFICATION DE LA FEUILLE D SUR UN PLANT D'ANANAS	111
FIGURE 47	—	CATÉGORIES DE FEUILLES D'ANANAS AVEC LEURS DIFFÉRENTES SECTIONS	111
FIGURE 48	—	SYMPTÔMES DE CARENCE EN AZOTE	113
FIGURE 49	—	SYMPTÔMES DE CARENCE EN PHOSPHORE	113
FIGURE 50	—	SYMPTÔMES DE CARENCE EN POTASSIUM	114
FIGURE 51	—	SYMPTÔMES DE CARENCE EN CALCIUM	114
FIGURE 52	—	SYMPTÔMES DE CARENCE EN MAGNÉSIUM	115
FIGURE 53	—	SYMPTÔMES DE CARENCE EN SOUFRE	115
FIGURE 54	—	SYMPTÔMES DE CARENCE EN FER	116
FIGURE 55	—	SYMPTÔME DE CARENCE EN ZINC	116
FIGURE 56	—	SYMPTÔMES DE CARENCE EN CUIVRE	117
FIGURE 57	—	SYMPTÔMES DE CARENCE EN BORE	117
FIGURE 58	—	MODES D'APPORT DES ENGRAIS : APPORT D'ENGRAIS MINÉRAL À LA PARTIE BASALE DE LA PLANTE (A); APPORT D'ENGRAIS ORGANIQUE SUR LES LIGNES DE PLANTATION (B ET C)	130
FIGURE 59	—	APPLICATION D'HERBICIDE	137
FIGURE 60	—	PAILLAGE DES BILLONS AVEC UN FILM BIODÉGRADABLE (A), PAILLAGE DES BILLONS AVEC DE LA BAGASSE (B), INSTALLATION ENTRE LES DOUBLES RANGÉS D'ANANAS DU NIÉBÉ (<i>VIGNA UNGUICULATA</i>) (C), PAILLAGE AVEC DE BOIS FRAGMENTÉ ISSU D'ÉLAGAGE D'ESPACES VERTS (D)	138
FIGURE 61	—	DÉSHERBAGE À LA TONDEUSE ÉLECTRIQUE	139
FIGURE 62	—	TRAITEMENT À L'ACÉTYLÈNE À PARTIR DE CARBURE DE CALCIUM	148

FIGURE 63	— APPLICATION DU CHARBON ACTIF À L'AIDE DU DOSEUR : DOSEUR DANS SON ÉTAT INITIAL (A); APPLICATION PAR VOIE SÈCHE (B); APPLICATION PAR VOIE HUMIDE (C)	151
FIGURE 64	— LES NÉMATODES : (A) <i>MELOİDOGYNE JAVANICA</i> , (B) <i>MELOİDOGYNE INCOGNITA</i> , (C) <i>PRATYLENCHUS BRACHYURUS</i>	166
FIGURE 65	— FORMATION DE GALLES OU NODOSITÉS (RACINES INFESTÉES PAR <i>MELOİDOGYNE</i>)	168
FIGURE 66	— CYCLE DE VIE DE <i>MELOİDOGYNE JAVANICA</i> DANS LES RACINES. LES FLÈCHES INDIQUENT LES STADES DE VIE DU NÉMATODE DANS LA RACINE. LES RACINES ONT ÉTÉ COLORÉES AVEC DE LA FUCHSINE ACIDE	171
FIGURE 67	— CYCLE DE VIE DE <i>MELOİDOGYNE INCOGNITA</i>	172
FIGURE 68	— <i>HANSENIELLA IVORENSIS</i>	179
FIGURE 69	— LES DIFFÉRENTES ESPÈCES DE COCHENILLES FARINEUSES. <i>DYSMICOCCUS BREVIPES</i> (A); <i>DYSMICOCCUS NEOBREVIPES</i> (B) ET <i>PSEUDOCOCCUS LONGISPINUS</i> (C)	185
FIGURE 70	— DIFFÉRENCES BIOLOGIQUES ET MORPHOLOGIQUES ENTRE LES COCHENILLES ROSES (<i>DYSMICOCCUS BREVIPES</i>) (A) ET LES COCHENILLES GRISES (<i>DYSMICOCCUS NEOBREVIPES</i>) (B)	186
FIGURE 71	— COLONIES DE <i>DYSMICOCCUS</i> À LA BASE DU FRUIT	187
FIGURE 72	— NYMPHE GÉLECHIOÏDE DE LA COCHENILLE DE L'ANANAS (<i>DYSMICOCCUS BREVIPES</i>)	190
FIGURE 73	— LA FEMELLE ADULTE DE LA COCHENILLE DE L'ANANAS (<i>DYSMICOCCUS BREVIPES</i>)	190
FIGURE 74	— LES COCHENILLES À CARAPACES : (A) <i>DIASPIS BROMELIAE</i> ; (B) <i>DIASPIS BOISDUVALII</i>	195
FIGURE 75	— CHLOROSE CAUSÉE PAR LA COCHENILLE <i>DIASPIS BOISDUVALII</i>	196
FIGURE 76	— LE FOREUR DE FRUITS <i>STRYMON MEGARUS</i> (ANCIENNEMENT APPELÉ <i>THECLA BASALIDES</i>)	201
FIGURE 77	— DOMMAGES CAUSÉS PAR <i>STRYMON MEGARUS</i> SUR LES FRUITS	202
FIGURE 78	— CYCLE DE DÉVELOPPEMENT DU <i>STRYMON MEGARUS</i>	205
FIGURE 79	— <i>DOLICHOTETRANYCHUS FLORIDANUS</i>	209
FIGURE 80	— FORMATION DES ZONES NÉCROTIQUES À LA BASE DE LA FEUILLE D'ANANAS	210
FIGURE 81	— SPORANGE/MYCÉLIUM DE <i>PHYTOPHTHORA</i> SP. (FIN DUVET BLANC)	214
FIGURE 82	— SIGNES DE POURRITURE DES RACINES : (A) RACINES NON INOCULÉES ; (B) RACINES INOCULÉE	215
FIGURE 83	— POURRITURE DES FRUITS VERTS CAUSÉS PAR <i>PHYTOPHTHORA</i> SPP.	216
FIGURE 84	— STRUCTURES ASEXUÉES DE <i>PHYTOPHTHORA NICOTIANAE</i> . (A) SPORANGE SPHÉRIQUE; (B) SPORANGE LIMONIFORME; (C) SPORANGE OVOÏDE; (D) CHLAMYDOSPORE INTERCALÉE ET (E) CHLAMYDOSPORE TERMINALE	221
FIGURE 85	— APERÇU DES SYMPTÔMES POURRITURE DU CŒUR DES PLANTS CAUSÉS PAR <i>PHYTOPHTHORA</i> SPP.	222
FIGURE 86	— POURRITURE NOIRE AVEC <i>THIELAVIOPSIS PARADOXA</i> ET <i>THIELAVIOPSIS ETHACETHICA</i>	229
FIGURE 87	— TACHES BLANCHES SUR FEUILLES	230
FIGURE 88	— VUE MICROSCOPIQUE DU <i>FUSARIUM OXYSPORIUM</i>	235

FIGURE 89	— SYMPTÔME DE POURRITURE DES FEUILLES	237
FIGURE 90	— DÉGÂTS DE <i>F. OXYSPORUM</i> SUR LA TIGE D'UN PLANT D'ANANAS (NÉCROSE DU BAS DE LA TIGE)	237
FIGURE 91	— SYMPTÔMES DE <i>F. OXYSPORUM</i> SUR LES FRUITS	238
FIGURE 92	— SYMPTÔMES DE <i>F. OXYSPORUM</i> SUR LES REJETS DE L'ANANAS	238
FIGURE 93	— SYMPTÔMES DES TACHES NOIRES DES FRUITS CAUSÉS PAR <i>FUSARIUM SPP.</i>	244
FIGURE 94	— FERMENTATION PAR DES LEVURES (<i>SACCHAROMYCES SPP.</i>)	249
FIGURE 95	— TEST DE DIAGNOSTIC DE LA MALADIE ROSE PAR CHAUFFAGE D'UNE TRANCHE (A) ET DE JUS D'ANANAS INFECTÉ PAR 1. <i>PANTOEA CITRÉA</i> ; 2. <i>TATUMELLE PTYSÉOS</i> (B)	253
FIGURE 96	— LES SYMPTÔMES DE LA POURRITURE BACTÉRIENNE DU CŒUR. (A) ET (B). LÉSIONS AQUEUSES (IMBIBÉES DE LIQUIDE) SUR LES SECTIONS BASALES BLANCHES DE LA FEUILLE, ET ÉVOLUANT VERS LA PARTIE VERTE DE LA FEUILLE; (C). GONFLEMENT DES FEUILLES DÛ À UN GAZ MALODORANT FORMÉ; (D). DÉCOLORATION FOLIAIRE DU VERT-OLIVE AU BRUN	256
FIGURE 97	— LES SYMPTÔMES DE LA MALADIE DE L'AFFAISSEMENT/EFFONDREMENT DU FRUIT CHEZ L'ANANAS APRÈS LA RÉCOLTE. (A) ECOULEMENT D'UN EXSUDAT (LIQUIDE BLANC) ABONDANT ET MOUSSEUX À PARTIR DES FISSURES ENTRE LES YEUX DU FRUIT; (B) COLORATION VERT-OLIVE DE LA PEAU DU FRUIT; (C) LIBÉRATION DE BULLES DE GAZ	257
FIGURE 98	— APERÇU DES SYMPTÔMES DE LA MALADIE DE MARBRE DANS LA CHAIR DE L'ANANAS. (A) DÉCOLORATION JAUNE À BRUN TRÈS FONCÉ DE LA CHAIR; (B) ET (C). DÉVELOPPEMENT DE TACHE ROUGE CAUSÉE PAR <i>ERWINIA HERBICOLA</i> SUR LA CHAIR DE L'ANANAS	262
FIGURE 99	— <i>FRANKLINIELLA OCCIDENTALIS</i>	265
FIGURE 100	— SYMPTÔMES DE LA MALADIE DES TACHES JAUNES: COLORATION JAUNE DES FEUILLES AVEC DES TACHES MARRON	266
FIGURE 101	— SYMPTÔMES DE LA MALADIE DES TACHES JAUNES: DÉVELOPPEMENT D'UNE CAVITÉ NOIRE ET SÈCHE SUR LE CÔTÉ DU FRUIT DUE À LA MORT D'UN OU PLUSIEURS YEUX	267
FIGURE 102	— EXEMPLE VISUELLE DES SYMPTÔMES DE LA MALADIE DU WILT CHEZ L'ANANAS: (A) DÉCOLORATION ROUGE DES FEUILLES; (B) ENROULEMENT DES FEUILLES VERS LE BAS ET DÉCOLORATION JAUNE DES FEUILLES INTÉRIEURES	272
FIGURE 103	— DÉCOLORATION DE PEAU DU FRUIT (A) ET MARQUE DE BRÛLURE (B)	282
FIGURE 104	— PROTECTION DES FRUITS CONTRE LES COUPS DE SOLEIL: FEUILLES LIÉES POUR PROTÉGER LE FRUIT (A ET B), DÉPÔT DES PAILLES SUR LE FRUIT (C ET D)	283
FIGURE 105	— PROTECTION DES FRUITS CONTRE LES COUPS DE SOLEIL À L'AIDE DES TOILES D'OMBRAGES (E ET F), DES CAPUCHONS (G) ET DES FILETS (H) SOURCE: PAULL <i>ET AL.</i> , 2016) ET (CIRAD, 2018)	284
FIGURE 106	— ATTAQUE DU FRUIT D'ANANAS PAR DES INSECTES	285
FIGURE 107	— TRAITEMENT À L'ÉTHÉPHON	287
FIGURE 108	— LES STADES DE MATURITÉ DE L'ANANAS	288
FIGURE 109	— TECHNIQUES DE RÉCOLTE DE L'ANANAS: RÉCOLTE MANUELLE (A ET B); RÉCOLTE À LA CHAÎNE (C ET D), RÉCOLTE MÉCANISÉE (E ET F)	289

FIGURE 110	— ANANAS PRÉSENTANT DES CRAQUELURES QUI ALTÈRENT LA CHAIR (A), ANANAS AVEC UN DOMMAGE LAISSANT APPARAÎTRE L'INTÉRIEUR (B), COURONNE « TAILLÉE » : LA PARTIE SURABONDANTE EST SOIGNEUSEMENT COUPÉE (À GAUCHE) OU ENLEVÉE PAR TORSION (À DROITE), COURONNE « ENLEVÉE » : SOIGNEUSEMENT PAR TORSION (À GAUCHE) OU COUPÉE (À DROITE)	290
FIGURE 111	— MOISSURES SUR PÉDONCULE (A); MOISSURES SUR ÉPIDERME (B); ANANAS AVEC UNE MEURTRISURE	291
FIGURE 112	— PRÉSENCE EXCESSIVE DE TERRE SUR ANANAS (A); RÉSIDUS DE RAVAGEUR (B)	292
FIGURE 113	— PRÉSENCE DE COLONIE DE COCHENILLES	293
FIGURE 114	— DOMMAGES CAUSÉS PAR LES INSECTES	293
FIGURE 115	— JAUNISSEMENT DE LA COURONNE (A); DESSÈCHEMENT DE LA COURONNE (B); FRUIT NORMAL (C); FRUIT DÉSHYDRATÉ (D)	294
FIGURE 116	— MOISSURE APRÈS TRANSPORT SUR PÉDONCULE (PENICILLIUM) (A); MOISSURE APRÈS TRANSPORT SUR ANANAS (PENICILLIUM) (B)	295
FIGURE 117	— BRUNISSEMENT INTERNE SUR ANANAS	296
FIGURE 118	— ANANAS AVEC PÉDONCULE DÉPASSANT 2,5 cm (A) ET ANANAS RESPECTANT LA MESURE REQUISE 2,5 cm DE LONGUEUR DE LA BASE DU FRUIT (B)	296
FIGURE 119	— EXEMPLE DE CLASSIFICATION C0 À C4 SELON LA COULEUR (INDICE DE COLORATION DE L'ÉPIDERME)	298
FIGURE 120	— EXEMPLE D'ANANAS DE CATÉGORIE « EXTRA »	299
FIGURE 121	— ANANAS AVEC DÉFAUTS DE LA COURONNE « INCLINAISON DE 30° PAR RAPPORT À L'AXE LONGITUDINAL DU FRUIT – LIMITE ADMISE » (A); ANANAS AVEC COURONNE TRÈS INCLINÉE DÉPASSANT LA LIMITE ADMISE (B)	300
FIGURE 122	— ANANAS AVEC UNE DOUBLE COURONNE	301
FIGURE 123	— OPÉRATIONS DE CONDITIONNEMENT DES FRUITS D'ANANAS	306
FIGURE 124	— VÉRIFICATION DU POIDS UNE NOUVELLE FOIS, PALETTISATION, PRÉ-REFROIDISSEMENT DES BOÎTES	307
FIGURE 125	— MESURE DE LA TEMPÉRATURE DE LA PULPE ET ENREGISTREMENT SUR LE CARTON	308

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 — CARACTÉRISTIQUES DES PRINCIPAUX GROUPES DU GENRE <i>ANANAS COMOSUS</i>	47
TABLEAU 2 — CLASSIFICATION DES DIFFÉRENTS CULTIVARS/VARIÉTÉS SELON LES GRANDS GROUPES	48
TABLEAU 3 — CARACTÉRISTIQUES DES TYPES DE REJETS D'ANANAS	56
TABLEAU 4 — MOMENT DE PLANTATION EN FONCTION DE LA DISPONIBILITÉ EN EAU (PLUVIALE OU IRRIGUÉ) ET DE LA PÉRIODE CULTURALE (PLUVIEUSE/SÈCHE)	82
TABLEAU 5 — QUELQUES DENSITÉS DE PLANTATION UTILISÉES EN LIGNES SIMPLES ..	87
TABLEAU 6 — QUELQUES DENSITÉS COURAMMENT UTILISÉES EN LIGNES DOUBLE OU JUMELÉES	89
TABLEAU 7 — DÉBIT DES ASPERSEURS EN FONCTION DES CARACTÉRISTIQUES DU SOL ET DE LA PENTE DU TERRAIN (PY <i>ET AL.</i> , 1984)	97
TABLEAU 8 — DIVERSES COMPOSANTES ET PRATIQUES DE LA GESTION INTÉGRÉE DE LA FERTILITÉ DES SOLS SOUS CULTURE D'ANANAS	107
TABLEAU 9 — NIVEAUX OPTIMAUX ET CRITIQUES EN NUTRIMENTS DANS LE SOL POUR LA CULTURE D'ANANAS	110
TABLEAU 10 — CONCENTRATIONS ADÉQUATES DE NUTRIMENTS DANS LA FEUILLE « D » DE L'ANANAS	112
TABLEAU 11 — DESCRIPTION DE QUELQUES SYMPTÔMES DE DÉFICIENCE DES NUTRIMENTS CHEZ LA PLANTE D'ANANAS	113
TABLEAU 12 — UN EXEMPLE DE QUANTITÉ TOTALE D'ÉLÉMENTS À APPORTER PAR CYCLE DE PRODUCTION D'ANANAS (g/plant)	118
TABLEAU 13 — RECOMMANDATIONS D'ENGRAIS POUR L'ANANAS NON IRRIGUÉ, SUR LA BASE DES RÉSULTATS D'ANALYSE DU SOL	119
TABLEAU 14 — RECOMMANDATIONS D'ENGRAIS POUR L'ANANAS IRRIGUÉ DANS LES RÉGIONS SEMI-ARIDES, SUR LA BASE DES RÉSULTATS D'ANALYSE DU SOL	120
TABLEAU 15 — RECOMMANDATIONS D'ENGRAIS POUR L'ANANAS EN CONDITIONS PLUVIALES SUR LA BASE DES RÉSULTATS D'ANALYSE DU SOL	121
TABLEAU 16 — RECOMMANDATIONS DE FERTILISATION DE L'ANANAS SUIVANT LE RENDEMENT ESCOMPTÉ ET TENANT COMPTE DES TENEURS EN P ET K DU SOL	122
TABLEAU 17 — RECOMMANDATIONS DES DOSES D'OLIGO-ÉLÉMENTS OU MICRONUTRIMENTS POUR L'ANANAS	122
TABLEAU 18 — ENGRAIS MINÉRAUX UTILISÉS EN CULTURE D'ANANAS	125
TABLEAU 19 — TENEUR EN CARBONE, AZOTE, PHOSPHORE ET POTASSIUM ET RAPPORT C/N DE QUELQUES ENGRAIS ORGANIQUES UTILISÉS EN AGRICULTURE.	126
TABLEAU 20 — LIMITES MAXIMALES AUTORISÉS DES MÉTAUX LOURDS/CONTAMINANTS DANS LES ENGRAIS ORGANIQUES	127

TABLEAU 21 — EXEMPLE D'UN PLAN DE FERTILISATION D'ENGRAIS SIMPLE (SOLIDE GRANULAIRE) UTILISÉ AU CAMEROUN DANS UNE PLANTATION D'ANANAS (VARIÉTÉ CAYENNE LISSE)	128
TABLEAU 22 — EXEMPLE D'UN PLAN DE FERTILISATION D'ENGRAIS COMPLET (SOLIDE GRANULAIRE) UTILISÉ AU CAMEROUN DANS UNE PLANTATION D'ANANAS (VARIÉTÉ CAYENNE LISSE)	129
TABLEAU 23 — EXEMPLE D'UN PLAN DE FERTIGATION UTILISÉ AU BRÉSIL EN PLANTATION D'ANANAS (VARIÉTÉ PÉROLA, AVEC UNE DENSITÉ DE 40 000 PLANTS/ha) SOUS SYSTÈME D'IRRIGATION DANS UNE RÉGION SEMI-ARIDE, SUR LA BASE DES RÉSULTATS DES ANALYSES DE SOL	129
TABLEAU 24 — RÉSUMÉ DES DIFFÉRENTS AGENTS D'INDUCTION FLORALE ET LEUR MÉTHODE D'APPLICATION	154
TABLEAU 25 — PRINCIPAUX ESPÈCES DE RAVAGEURS OU MALADIES ET LEURS STADES D'AFFECTATION DE LA CULTURE D'ANANAS	276





1

INTRODUCTION

L'ananas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) est une culture fruitière appartenant à la famille des Broméliacées. Il est cultivé dans la plupart des pays tropicaux et subtropicaux (Carlier *et al.*, 2012) et est classé au troisième rang des fruits tropicaux au monde (Oculi *et al.*, 2020). À cet égard, les principaux pays producteurs d'ananas sont le Costa Rica (3056,45 Mt), les Philippines (2671,71 Mt), le Brésil (2253,90 Mt), la Thaïlande (2153,18 Mt) et l'Inde (1891,00 Mt) (FAO, 2022). En termes de représentation, le Costa Rica contribue à 10,62% de la production mondiale totale, tandis qu'en deuxième et troisième position se trouvent les Philippines et le Brésil avec respectivement 9,4% et 9,3% (FAO, 2019). Le fruit contient des vitamines, telles que les vitamines A, B1, B6 et C, ainsi que d'autres nutriments, tels que le cuivre, le manganèse et les fibres (Morton, 1987; Mateljan, 2007; Pérez *et al.*, 2011).

L'ananas est une plante tropicale qui nécessite des conditions spécifiques en termes de sol, de climat et d'entretien pour une culture réussie.







EXIGENCES DE L'ANANAS

2.1. CLIMAT

2.1.1. TEMPÉRATURE

La température est un facteur déterminant sur l'aire de répartition de l'ananas. Elle agit sur la croissance de la plante et l'émission foliaire. La température moyenne optimale pour la culture d'ananas est de 25°C avec des amplitudes moyennes journalières de 12°C (CIRAD, 2002). Les valeurs inférieures à 20°C ou supérieures à 36°C sont défavorables pour son développement et agissent sur la qualité du fruit (CIRAD, 2018). De faibles températures entre 0 et 22 jours après l'induction florale induisent un faible taux de floraison, des malformations sur les fruits, et une faible teneur en sucres des fruits (Julius *et al.*, 2017). De fortes températures pendant la formation du fruit tendent à augmenter la teneur en sucre et à diminuer l'acidité (CIRAD, 2018).

2.1.2. PLUVIOMÉTRIE

Cette culture est peu exigeante en eau avec un besoin de 1 200 à 1 500 mm bien répartis sur l'année (soit un besoin moyen théorique de 3 à 4 mm/jour qui peut être fractionné en un ou deux apports par semaine) (CIRAD, 2002). Sur sol très sableux, il sera nécessaire d'augmenter la quantité et la fréquence des arrosages.

2.1.3. HUMIDITÉ RELATIVE

La culture d'ananas a besoin d'une humidité relative de l'air en moyenne de 70% ; mais peut tolérer des variations modérées. Des périodes de très faible humidité relative (inférieure à 50%) peuvent provoquer des éclats et des craquelures des fruits pendant la phase de maturation (Souza et Reinhardt, 2007).

2.1.4. INSOLATION

L'ensoleillement agit sur le développement végétatif de la plante, le rendement, la qualité et la coloration du fruit (CIRAD, 2018). La croissance de la plante est optimale lorsque l'exposition annuelle au soleil varie entre 2 500 et 3 000 heures, soit 7 à 8 heures de soleil par jour. La demande minimale est de 1 200 à 1 500 heures de soleil (Souza et Reinhardt, 2007). Le rayonnement et la température sont des facteurs très importants qui influent sur la qualité des fruits d'ananas (Adabe *et al.*, 2016) :

- Lorsqu'ils sont faibles, ils entraînent une acidité des fruits plus forte, une teneur en sucre faible, une mauvaise coloration des fruits et une croissance plus lente aussi bien des plantes que des fruits.
- Lorsqu'ils sont trop élevés, ils entraînent la brûlure (coup de soleil) et la translucidité des fruits, ainsi que des problèmes de coloration. La translucidité trop étendue entraîne une grande fragilité du fruit ; elle s'accompagne à l'extrême d'une fermentation de la chair qui peut aller jusqu'à l'exsudation de mousse.

2.2. EAU

Les besoins en eau de l'ananas pourraient être satisfaits par l'eau de pluie, suivant la période de plantation. Toutefois l'irrigation est importante pour maintenir les plants dans les conditions optimales de croissance (Ewemoje *et al.*, 2006 ; Franata *et al.*, 2014) ; 14). En effet, un déficit hydrique ralentit le développement de l'ananas et est particulièrement préjudiciable lors de la formation du fruit. Il induit un faible poids des fruits qui peuvent présenter à la récolte des yeux proéminents comme dans le cas d'attaque de wilt, un aspect terne de l'épiderme et des couronnes en mauvais état ; un flétrissement trop précoce du pédoncule et une diminution de la teneur en nutriments et en acidité titrable du fruit.

Les besoins en eau de la culture d'ananas sont liés au stade de croissance des plantes et aux conditions hydriques du sol, passant de 1,3 à 5,0 mm par jour. La consommation en eau des plants d'ananas est en moyenne de : 4,1 à 4,6 mm/jour en phase végétative, de 4,3 mm/jour en phase de floraison, de 3,8 mm/jour en phase de formation des fruits et de 3,4 mm/jour au stade de récolte (de Azevedo *et al.*, 2007). Toutefois un excès d'eau a également des effets néfastes car les racines sont très sensibles à l'asphyxie (CIRAD, 2018).

2.3. SOL

Une profondeur effective du sol comprise entre 80 et 100 cm est suffisante pour la culture de l'ananas, car les racines ont tendance à se concentrer dans les 15 à 20 premiers centimètres du sol. Cette culture tolère mieux les sols légers, sablo-argileux ou argileux sableux meubles, bien aérés et très filtrants (limitant l'asphyxie) (Agbangba, 2016).

Les sols de texture intermédiaire (15-35% d'argile et plus de 15% de sable), sans obstacles au libre drainage de l'eau excédentaire, sont les plus recommandés pour cette culture. Les sols à texture sableuse (jusqu'à 15% d'argile et plus de 70% de sable), qui ne présentent généralement pas de problèmes de drainage, sont également recommandés, mais l'incorporation de résidus organiques et de fumier est presque toujours nécessaire pour augmenter leur capacité de rétention d'eau et d'éléments nutritifs. Les sols argileux (plus de 35% d'argile) qui ont un bon drainage, comme de nombreux ferralsols (Classification WRB) peuvent également être recommandés pour les plantations d'ananas. En revanche, les sols limoneux (moins de 35% d'argile et 15% de sable) doivent être évités. La forte teneur en limon entraîne des caractéristiques indésirables de la structure du sol, qui affectent l'aération et le drainage et peuvent avoir une influence négative sur l'établissement et le développement des plantes (Souza et Reinhardt, 2007). L'ananas affectionne les terres dont le pH est compris entre 4,5 et 5,5 avec de légère modification selon la variété. La présence de matière organique et d'éléments minéraux est essentielle à sa nutrition (Souza et Reinhardt, 2007).

2.4. NUTRITION

Pour assurer sa croissance végétative et reproductive, la plante d'ananas puise dans le sol les éléments minéraux dont elle a besoin, certains de ceux-ci lui étant essentiels (Bartholomew *et al.*, 2003).

2.4.1. AZOTE

Influe positivement sur la vitesse de croissance, le volume du plant et le poids du fruit avec des effets non négligeables sur le rendement (PIP, 2015). La satisfaction des besoins en de la plante se traduit par la coloration vert franche à vert foncée des feuilles. La carence en azote (N) se manifeste par un jaunissement du feuillage débutant sur les feuilles les plus vieilles et par la réduction de la vitesse de croissance du plant (voir section 8.2.3) (Omotoso et Akinrinde, 2013; PIP, 2015).

2.4.2. POTASSIUM

Il joue un rôle déterminant sur la qualité du fruit d'ananas : teneur en sucre, acidité, couleur, saveur, texture (PIP, 2015). La carence en potassium (K) entraîne le jaunissement des feuilles qui restent courtes et étroites et sur lesquelles apparaissent des points décolorés (Adabe *et al.*, 2016). Les fruits sont peu colorés, peu acides et sans parfum (voir section 8.2.3) (Teixeira *et al.*, 2011; PIP, 2015).

2.4.3. PHOSPHORE

Il joue un rôle déterminant dans les transferts énergétiques entre les organes de la plante, influant ainsi positivement sur sa croissance. Le phosphore (P) se déplace peu dans le sol et l'analyse minérale des sols est particulièrement recommandée pour piloter les apports de cet élément. La carence en cet élément se manifeste par un ralentissement de la croissance, et un dessèchement de la partie terminale des feuilles commençant par les plus anciennes d'entre elles (Bartholomew *et al.*, 2003b; PIP, 2015) (voir section 8.2.3).

2.4.4. MAGNÉSIUM

En tant que composant majeur de la chlorophylle, joue également un rôle déterminant sur la qualité du fruit (teneur en sucre, saveur, résistance et tenue du fruit). L'apparition de petites taches foliaires jaunâtres plus ou moins arrondies, localisées le plus souvent dans la partie médiane du limbe, évoluant vers des teintes plus foncées, est un signe de carence en magnésium (Mg) (PIP, 2015) (voir section 8.2.3).

2.4.5. CALCIUM

Il joue un rôle déterminant dans la formation des membranes des cellules. Il intervient dans le développement de la plante. Il influe positivement sur le développement de la plante, celle-ci affichant un port ramassé, les feuilles deviennent dures, cassantes, le bourgeon terminal meurt et les rejets prolifèrent en cas de carence (PIP, 2015) (voir section 8.2.3).

2.4.6. BORE

Les symptômes dues à des carences en bore (B) se présente comme suit : une décoloration orange et jaune, qui devient brune sur un seul côté de la feuille ; une croissance minimale de la feuille aux deux tiers de sa longueur normale et avec des extrémités sèches ; une tendance à l'enroulement de la feuille. De même on observe une chlorose des jeunes feuilles avec rougissement des bordures mortes à l'apex ; des fruits à couronnes multiples ; une formation d'un tissu mort subérisé entre les fructifications, et parfois accompagné de très petits fruits sphériques (Py *et al.*, 1984 ; Souza, et Reinhardt, 2007) (voir section 8.2.3).

2.4.7. CUIVRE

Les carences en cuivre (Cu) se traduisent par des feuilles étroites vert clair à bordures ondulées ; extrémités des feuilles courbées vers le bas ; vieilles feuilles avec coloration rouge pourpre à la pliure ; racines courtes à poils réduits ; plante rabougrie (Py *et al.*, 1984 ; Souza, et Reinhardt, 2007) (voir section 8.2.3).

2.4.8. FER

Le fer (Fe) intervient dans la photosynthèse. Sa carence se traduit par une chlorose du feuillage qui présente une alternance de stries claires et plus foncées en forme de « grillage ». Le fruit est petit, globuleux, de couleur rouge (PIP, 2015) (voir section 8.2.3).

2.4.9. MANGANÈSE

Les feuilles sont endommagées, marbrées de zones vert clair, surtout là où se trouvent les nervures, entourant des zones d'un vert plus foncé. La carence en manganèse (Mn) est rare, mais peut se produire sur des sols riches en Ca et avec un pH élevé (Py *et al.*, 1984 ; Souza, et Reinhardt, 2007) (voir section 8.2.3).

2.4.10. ZINC

Chez les jeunes plantes, le centre de la rosette de feuilles est fermé, les jeunes feuilles sont rigides, craquelées et parfois courbées. Chez les vieilles plantes, les feuilles basales présentent des nervures irrégulières, d'aspect marbré, et une décoloration jaune orangé sur les bords des feuilles, et les extrémités sont sèches (Py *et al.*, 1984; Souza, et Reinhardt, 2007) (voir section 8.2.3).

2.4.11. SOUFRE

Le soufre (S) peut améliorer la résistance aux maladies et au stress de la sécheresse, ce qui est particulièrement important dans la culture de l'ananas puisque la gestion de l'eau est un facteur critique (Py, 1958). Les applications de soufre peuvent abaisser le pH du sol, ce qui peut être bénéfique pour la culture de l'ananas dans les sols acides (Osseni, 1985). Les symptômes suivants sont associés à une carence en soufre : feuillage jaune pâle à doré ; bordures des feuilles rosées, en particulier sur les feuilles plus âgées ; fruits très petits (Py *et al.*, 1984) (voir section 8.2.3). L'apport de soufre est normalement assuré par des engrais qui sont en même temps des sources de certains macronutriments primaires, comme le sulfate d'ammonium (23 à 24 % S), le sulfate de potassium (17 à 18 % S) et le superphosphate simple (10 à 12 % S). Lors du choix de l'engrais, il est important d'être certain de la quantité de S qu'il contient afin d'éviter une éventuelle carence en S (Souza, et Reinhardt, 2007) (voir section 8.2.3).

2.4.12. MOLYBDÈNE

Le molybdène (Mo) peut influencer d'importants processus physiologiques chez l'ananas, tels que la synthèse du sucre (Ayers, 1960; Georgieva *et al.*, 2006). Il a également été associé à l'atténuation du brunissement interne des ananas, un trouble qui peut réduire la qualité et la qualité marchande du fruit (Teisson *et al.*, 1979). Une carence est probable dans les sols à pH < 4 (Py *et al.*, 1987; Malézieux et Bartholomew, 2003) (voir section 8.2.3). L'équilibre des micronutriments, y compris le molybdène, est important pour prévenir les maladies chez les plantes (voir section 8.2.3).



EXIGENCES DE L'ANANAS

Les ananas ont plusieurs besoins essentiels pour une croissance et un développement optimal, notamment : des facteurs climatiques et nutritionnels tels que :

TEMPÉRATURE

La température moyenne optimale pour la culture d'ananas est de 25°C avec des amplitudes moyennes journalières de 12°C.

PLUVIOMÉTRIE

1 200 à 1 500 mm /an.

HUMIDITÉ RELATIVE

L'humidité relative optimale pour la culture d'ananas est en moyenne de 70%.

EAU

Les besoins en eau de la culture d'ananas sont liés au stade de croissance des plantes et aux conditions hydriques du sol, passant de 1,3 à 5,0 mm par jour-1. La consommation en eau est de 4,1 à 4,6 mm/jour en phase végétative, de 4,3 mm/jour en phase de floraison, de 3,8 mm/jour en phase de formation des fruits et de 3,4 mm/jour au stade de récolte.

INSOLATION

La demande minimale est de 1 200 à 1 500 heures de soleil pour le cycle total.

SOLS

Sols meubles, légers, bien aérés, perméables et riches en matière organique avec un pH situé entre 4,5 et 5,5. Un terrain plat ou en pente légère inférieure à 5%.

ÉLÉMENTS NUTRITIFS

- Teneur en matière organique : à compléter par l'incorporation des résidus de récolte, des paillis, des composts, des fumiers, etc...
- Minéraux essentiels tels que l'azote, le potassium, le phosphore, magnésium, calcium et les oligo-éléments fer, bore, zinc, cuivre, soufre, manganèse, molybdène etc....





3

PRÉPARATION DE LA PARCELLE

3.1. CHOIX DE LA PARCELLE

3.1.1. PRÉCÉDENT CULTURAL

Les pratiques de rotation des cultures avec l'ananas sont essentielles pour optimiser l'utilisation des ressources, notamment les nutriments du sol (COLEAD, 2020). Voici quelques types de cultures ou de plantes recommandées avant la culture de l'ananas :

- Légumineuses (comme le niébé ; la lentille, le soja). Elles aident à fixer l'azote dans le sol, ce qui peut enrichir le sol pour la culture de l'ananas. Elles présentent un intérêt économique en permettant aux sols de se régénérer en nutriments essentiels pour la croissance des cultures, ce qui permet donc de réduire le coût d'achat des intrants.
- Culture de couverture (comme le mucuna, le crotalaria, le pois d'angole). Elles aident à contrôler les mauvaises herbes et à améliorer la qualité du sol en ajoutant de la matière organique. Pendant cette période, les débris végétaux se décomposent, enrichissant le sol en matière organique et en éléments nutritifs, ce qui favorise une restauration de la fertilité du sol (Kozak *et al.*, 2021 ; Żarczyński *et al.*, 2023 ; Chen *et al.*, 2023).
- Céréales (comme le maïs, le sorgho). Ils peuvent être utilisés pour améliorer la structure du sol et augmenter sa fertilité en restituant les résidus de récolte au sol.
- Tubercules ou racines (manioc, taro, patate douce). Elles aident à ameublir le sol et le préparer pour l'ananas.

Cependant sur le plan sanitaire les cultures vivrières adaptées comme précédent de l'ananas sont :

- La canne à sucre peut être efficace dans l'élimination de certaines populations de nématodes comme *Rotylenchulus reniformis* et de *Pratylenchus brachyurus*.
- Le bananier est également une culture intéressante en rotation avec l'ananas car il n'est pas infesté par les mêmes espèces de nématodes.
- Les espèces de couverture du sol ou fourragères (telles que *Macroptilium atropurpureum*, *Crotalaria usaramoensis*, *Flemingia congesta*, *Cajanus indicus*, *Panicum maximum*, *Brachiaria decumbens*, *Digitaria umfolozi*, *Digitaria decumbens*, *Eupatorium odoratum*, *Tagetes patula*) ont un effet nématocide.

Par contre les plantes hôtes de nématodes à éviter avant l'ananas sont :

- L'arachide et l'igname (hôtes de *Rotylenchulus reniformis*, faiblement hôtes de *Pratylenchus*).
- La tomate et le gombo (hôtes de *Meloidogyne*, faiblement hôtes de *Pratylenchus*).
- La grande morelle (hôte de *Meloidogyne* et de *Rotylenchulus reniformis*)
- Le niébé, le soja (hôtes de *Rotylenchulus reniformis*)
- Le maïs, le sorgho, le riz, le manioc et le piment (hôtes de *Pratylenchus brachyurus*, faiblement hôtes de *Meloidogyne*)
- Le manioc (hôte de *Rotylenchulus reniformis* et de *Pratylenchus brachyurus*)
- La papaye, l'orange et la mangue (hôtes de *Rotylenchulus reniformis*).

3.1.2. TOPOGRAPHIE

L'analyse de la topographie des sols sert de base pour décider du type de préparation du terrain, de la disposition du drainage et de la conception de la plantation. Il est de la plus haute importance de s'assurer que le drainage interne et de surface est géré correctement en installant des drains pour corriger les conditions d'engorgement, tout en conservant suffisamment d'humidité dans le sol pour faciliter le développement des racines et éviter en même temps l'érosion (PIP/COLEAD, 2011). Les terrains plats ou dont la pente ne dépasse pas 5% sont privilégiés car, en plus de faciliter les pratiques culturales mécanisées, le sol est moins sensible au ruissellement et donc à l'érosion (Souza, et Reinhardt, 2007 ; Hossain, 2016). L'utilisation de terres ayant une forte pente nécessite l'adoption de pratiques de conservation, comme la plantation suivant les courbes de niveau (Souza, et Reinhardt, 2007).

3.2. ÉTAPES DE PRÉPARATION OU D'AMÉNAGEMENT DU TERRAIN

Si le champ doit être planté d'ananas pour la première fois, débarrasser le terrain de la végétation existante de la manière suivante :

- À l'aide d'une sous-soleuse, passez une fois sur le terrain pour briser les couches compactes du sol et enterrer les arbustes, les buissons, les mauvaises herbes, etc.
- À l'aide d'une herse à disques, passez 4 fois sur le terrain pour briser les blocs rocheux en fines particules. Cette opération doit être effectuée dans le sens de la ligne de plantation de la dernière fois.
- Laissez sécher les débris des plantes coupées et écrasées par la herse.
- Incorporez la matière organique au sol à l'aide d'un tracteur équipé d'une charrue profonde (PIP/COLEAD, 2011).

Si le terrain a déjà été planté d'ananas, il faut éliminer complètement l'ancienne culture afin de supprimer toutes les sources d'insectes et de maladies qui subsistent dans les résidus des plants d'ananas (PIP/COLEAD, 2011). Pour cela, leur décomposition est indispensable pour éviter qu'ils ne servent d'hôtes à différents types de parasites (nématodes, cochenilles farineuses), pour qu'ils puissent contribuer à sauvegarder la fertilité des sols et mettre à la disposition de la culture suivante une partie des éléments minéraux qui les composent. Une bonne décomposition des résidus de la précédente culture ne peut être obtenue que par un fractionnement « poussé » de cette masse végétale ; il est obtenu habituellement en faisant appel à des équipements classiques tels qu'un gyrobroyeur ou rotobroyeur (Py *et al.*, 1984). Un rotobroyeur sera efficace pour hacher les feuilles et les tiges des ananas (Figure 1).



Figure 1 — Broyage des plants au rotobroyeur
Source : CIRAD, 2018

3.3. PRÉPARATION DU SOL

3.3.1. LABOUR

Un labour profond (en général 40 cm) précédé ou non d'un sous-solage est indispensable surtout sur les sols à mauvais drainage. Ces opérations peuvent être manuelles ou mécaniques. Après dégagement de la matière végétale, l'on effectue un labour à l'aide d'une rotobèche (Figure 2a) ou d'une charrue à disques ou à socs non usés (Figure 2b). Le labour doit s'opérer en maintenant une ligne régulière pour éviter de constituer des crevasses (Daouda *et al.*, 2015).



Figure 2 — Labour à la rotobèche (a) et labour à la charrue à socs (b)
Source : CIRAD, 2018 et Daouda *et al.*, 2015

3.3.2. ENFOUISSEMENT

Les matières résiduelles de la culture précédente sont utilisées pour augmenter la teneur en éléments nutritifs et en matière organique du sol. L'intervalle de temps pendant lequel le sol reste nu est faible, ce qui diminue également les risques d'érosion. Il est conseillé de laisser la matière organique se dessécher au soleil au moins 15 jours à 3 semaines avant de l'incorporer au sol (PIP, 2015). Après quelques jours de séchage, les résidus seront enfouis dans le sol (Sossa *et al.*, 2019) par exemple par un passage de pulvérisateur à disque ou Rom plow (Figure 3).



Figure 3 — Pulvérisateur à disque

<https://www.hellopro.fr/pulverisateur-a-disques-2010535-fr-1-feuille.html>

3.3.3. SOUS-SOLAGE

Le sous-solage est une technique agricole de travail du sol en profondeur, permettant de lui redonner de la perméabilité en améliorant le drainage naturel et la circulation capillaire horizontale de l'eau sur les sols labourés ou compactés (Figure 4). Un sous-solage de 60-80 cm de profondeur est conseillé (CIRAD, 2002). De même un sous solage croisé peut-être conseillé, notamment sur un sol lourd (à effectuer en période sèche), il améliore l'infiltration de l'eau en brisant la semelle de labour (CIRAD, 2018).



Figure 4 — Sous-soleuses

<https://www.hellopro.fr/sous-soleuses-2010540-fr-3-feuille.html>

<https://www.lebulletin.com/actualites/une-sous-soleuse>

3.3.4. PULVERISAGE OU HERSAGE

Cette opération permet d'ameublir le sol en réduisant les grosses mottes de terre en des particules plus fines (émiettement). En cassant ces mottes de terre, on réduit les risques d'obstacles pouvant freiner le bon développement des racines. Selon le type de sol, cette opération se fait à l'aide de pulvérisateurs à disques (sur sol lourd ou argileux) ou à l'aide d'une herse (sur sol léger) (Figure 5).



Figure 5 — Opération de pulvérisage

Source : Daouda *et al.*, 2015

3.3.5. BILLONNAGE

Le billonnage constitue un marquage utile pour la mise en terre. Il est indispensable sur sol lourd ou mal préparé (Figure 6) (Sossa *et al.*, 2019). Pratiqué en courbes de niveau, le billonnage permet un bon écoulement de l'eau, limite l'érosion et les zones de rétention pouvant asphyxier les racines. Il pourra être complété par un réseau plus ou moins dense de canaux de drainage pour évacuer les eaux de pluie. La hauteur du billon sera fonction du sol et sera plus importante sur des sols propices à la compaction ou à l'asphyxie. Pour une plantation en double ligne, la taille du billon est d'environ 70 cm de large au sommet, 90 à 100 cm de large à la base et de 30 cm de hauteur.



Figure 6 — Billonneuses à disques
Source : CIRAD, 2018

3.3.6. POSE DE FILM POLYETHYLENE

Les films polyéthylènes (biodégradable ou non biodégradable) contribuent à réguler divers paramètres environnementaux cruciaux pour la croissance des cultures comme l'humidité du sol, sa température et sa structure. Le film polyéthylène protège le sol de l'action dégradante des pluies et améliore le développement et l'activité racinaire des plantes. Le sol peut ainsi être mieux exploité par la plante, à condition que les parasites racinaires, également favorisés, soient bien contrôlés (Py *et al.*, 1984).

L'utilisation du film polyéthylène n'est pas systématique pour la production d'ananas, sauf en cas de nécessité due à des conditions pédoclimatiques défavorables (très faible ou forte pluviométrie, sols lourds) et ne se conçoit que sur billon. La pose d'un film polyéthylène présente des avantages tels que :

- la bonne gestion d'eau pendant les 4 à 5 premiers mois en éliminant l'évaporation directe du sol ;
- le maintien de bonnes conditions pour l'émission des premières racines, à condition d'être posé sur un sol initialement humide. La reprise des rejets est plus rapide et plus homogène ;
- la réduction de l'excès d'eau au pied du plant pouvant provoquer l'asphyxie des racines ;

- la baisse du lessivage des engrais et des produits phytosanitaires apportés ;
- la réduction de l’envahissement de la parcelle par les adventices, qui sont généralement très difficiles à contrôler sur le sillon en absence de film polyéthylène ;
- le développement du système racinaire et une amélioration de l’émission foliaire à travers une augmentation de la température du sol et une réduction de la compaction du sol sous l’effet des pluies ;
- l’amélioration de l’homogénéité des parcelles, ce qui réduit les différences de tri à la récolte.

Les principaux inconvénients de cette technique sont :

- le coût élevé des films polyéthylènes (biodégradable ou non biodégradable) pour les petits producteurs ;
- la gestion et l’accumulation de résidus de polyéthylène non biodégradable difficiles à éliminer après culture ;
- la ré-humectation difficile des sols, la technique est plutôt déconseillée si l’on plante sur sol sec ;
- la diminution de l’efficacité des pulvérisations quand les plants sont peu développés : 35 à 50 % de l’apport se « perdent » sur le poly ou « glissent » vers les chemins ;
- la formation d’un microclimat au niveau du sol plus favorable aux parasites (nématodes et symphytes essentiellement) ;

L’utilisation de film polyéthylène biodégradable norme NF EN 13432 (d’une épaisseur de 3/100 à 5/100 mm) (Figure 7) ou le paillage de préférence mulch végétal (légumineuses, plantes de couverture) est la plus recommandée. En raison de son impact sur l’environnement les films polyéthylènes non biodégradable sont peu recommandable. Par contre l’utilisation des films biodégradables est limitée par son coût d’achat élevé pour les petits producteurs d’ananas.



Figure 7 — Pose du film polyéthylène (a) ; Plantation des rejets sur de film polyéthylène (b)
Source : PNDFA, 2017 ; Daouda *et al.*, 2015

3.4. AMENDEMENTS DU SOL

La fertilisation commence dès la préparation du sol. Elle sera établie après une analyse de sol pour être la plus adéquate possible.

3.4.1. FUMURE DE FOND

La fumure de fond est d'abord un facteur de correction et de conservation des sols exposés à l'agressivité du climat tropical humide et sera apportée juste avant le billonnage, de manière à ce qu'elle soit incorporée dans le sol (Sossa *et al.*, 2019). Elle permet de mettre à la disposition du plant pour l'ensemble de son cycle végétatif, les éléments qui sont peu mobiles dans le sol (phosphore, calcium, magnésium, oligo-éléments) (PIP, 2015).

Le pH du sol est le facteur le plus important à prendre en compte par les producteurs d'ananas. Une acidité trop forte conduit à une lixiviation accrue de : K, Ca, mg et des oligo-éléments et à des risques de toxicité aluminique (Rahman *et al.*, 2018; Agegnehu *et al.*, 2021).

Aussi, une forte acidité du sol peut limiter la solubilité et la mobilité du phosphore dans le sol, le rendant moins disponible pour les plantes (Edwards, 1991 ; Ron Vaz *et al.*, 1993 ; Mao *et al.*, 2017). Afin de neutraliser les résidus acides des engrais utilisés, des engrais de fond sous forme solide sont appliqués, par exemple :

- 3 à 6 g par plant de Phospal (34 % de P_2O_5 - 11 % de CaO) ;
- 10 à 14 g par plant de Dolomie (composition variable de 30 à 36 % de CaO – 16 à 22 % de MgO).

3.4.2. AMENDEMENT ORGANIQUE

Avant la plantation des cultivars d'ananas et après correction de l'acidité du sol par chaulage, la préparation du sol pourra être faite en semant des plantes de couverture. Par exemple, *Mucuna pruriens*, *Vigna unguiculata* (L.) ou *Crotalaria* peuvent être utilisés dans le but de couvrir une partie des besoins de la culture en azote et potassium après broyage et enfouissement et réduire ainsi les apports complémentaires d'azote et potassium à la plantation (Figure 8). L'ajout d'engrais organiques tels que le compost améliore l'état du sol, augmente le potassium du sol et peut améliorer la disponibilité des micronutriments (Fournier, 2012).



Figure 8 — Jachère de *Mucuna pruriens* (a) et de *Crotalaria juncea* (b)
Source : Photo de terrain COLEAD, 2023



PRÉPARATION DE LA PARCELLE

LA MISE EN ŒUVRE DE L'ENSEMBLE DE CELLES-CI EST FONCTION DE L'ÉTAT INITIAL DE LA PARCELLE TELS QUE

- Le précédent cultural
- comme le niébé ; le lentille, le soja, le mucuna, le crotalaria, le pois d'angole, le maïs, le sorgho, le manioc, la taro et la patate douce ;
- L'analyse de la topographie pour décider du type de préparation du terrain, de la disposition du drainage et de la conception de la plantation ;

LA PRÉPARATION DES PARCELLES COMPREND LES ÉTAPES CI-DESSOUS

- Labour (essentiel) : labour profond en général 40 cm, précédé ou non d'un sous-solage
- Enfouissement (optionnel) : laisser les matières résiduelles de la culture précédente se dessécher au soleil au moins 15 jours à 3 semaines avant de l'incorporer au sol.
- Sous-solage (optionnel) : 60-80 cm de profondeur.
- Pulvérisage ou hersage (essentiel) : réduire les grosses mottes de terre en des particules plus fines (émiettement).
- Billonnage (optionnel) : indispensable sur sol lourd ou mal préparé, pratiqué en courbes de niveau.
- Pose de film polyéthylène noir (biodégradable ou non biodégradable) ou pratique de paillage avec du mulch végétal ((légumineuses, plantes de couverture) (optionnel)
- Amendements du sol avant la plantation (optionnel) :
 - Chaux ou dolomie pour réduire l'acidité du sol
 - Amendement organique : application des composts, fumiers, engrais vert.





41

CHOIX PRÉALABLE À LA PLANTATION

4.1. MATÉRIEL VÉGÉTAL

Les rejets constituent le principal matériel végétal de reproduction pour la culture d'ananas. Les rejets présentant des anomalies génétiques, qui se manifestent par des feuilles avec un excès d'épines, des fruits déformés ou délibérément « hors-type », selon les normes de la variété concernée, et dont la présence ne peut s'expliquer par des causes nutritionnelles ou physiologiques (stress dû à la sécheresse, intoxication par des produits agrochimiques, etc.), doivent être éliminés immédiatement après la récolte des fruits (Uriza-Ávila *et al.*, 2018).

Plusieurs possibilités sont offertes pour obtenir le matériel végétal de production.

- Le matériel végétal (rejet) provenant des pieds-mères issus d'anciennes plantations récoltées. Ces rejets incluent : les couronnes ; les bulbilles et les cayeux.
- Le matériel végétal à partir d'un centre spécialisé dans la reproduction végétative, pour la fourniture de vivoplants ou de vitroplants.

4.2. VARIÉTÉS

L'ananas (*Ananas comosus*) est le plus exploitée à des fins commerciales parmi les différentes espèces d'ananas. Les cultivars d'ananas utilisés dans le monde sont classés habituellement en cinq groupes distincts, en fonction d'un ensemble de caractères communs (port de la plante, la forme du fruit, les caractéristiques de la chair et la morphologie des feuilles) (Tableau 1) (Py *et al.*, 1984 ; CIRAD, 2002). Bien que la sélection des variétés dépende de plusieurs aspects (préférences du marché, prix, disponibilité du matériel de plantation, etc.), il est essentiel que les variétés sélectionnées présentent un potentiel de rendement acceptable, tout en étant adaptées aux conditions locales (stress biotiques et abiotiques dominants). Au niveau international, il existe plus de vingt cultivars ou variétés d'ananas couramment cultivés (Tableau 2). Les variétés les plus courantes dans les différents pays ACP sont :

4.2.1. CAYENNE LISSE

— FEUILLES

- Les feuilles ne possèdent pas d'épines

— FRUIT

- Fruit de grande taille
- Fruit de forme cylindrique
- Peau orange à maturité

— CHAIR

- Jaunâtre
- Ferme
- Acide
- Assez fibreuse

— IMPORTANCE

- Variété la plus cultivée (70% de la production mondiale)
- Très utilisé pour la transformation et l'exportation

— SUSCEPTIBILITE AUX STRESS BIOTIQUES OU ABIOTIQUES

- Très sensible à la maladie de wilt



Figure 9 — Cayenne lisse

Source : Ceinfo, 2002 in Queiroga *et al.*, 2023 ; Brochure explicative ONU, 2013

4.2.2. PAIN DE SUCRE

— FEUILLES

- Les feuilles de la plante possèdent d'épines

— FRUIT

- Fruit de petite taille (plus petit que la canne à sucre)
- Fruit de forme conique
- Peau jaune verdâtre avec de petits yeux proéminents
- Cœur de diamètre inférieur

— CHAIR

- Translucide non fibreuse
- Couleur blanchâtre,
- Goût moins acide que la canne à sucre
- Très sucrée et douce en bouche

— IMPORTANCE

- Variété très utilisée pour la consommation de table

— SUSCEPTIBILITE AUX STRESS BIOTIQUES OU ABIOTIQUES

- Fruit très fragile



Figure 10 — Pain de sucre
Source : Daouda *et al.*, 2015, Brochure explicative ONU, 2013

4.2.3. MD2

— FEUILLES

- Extrémité des feuilles est étroite et peu dentée

— FRUIT

- Fruit de taille moyennes (plus petit que cayenne lisse)
- Fruit à profil plutôt carré
- Fruit de forme cylindrique
- Peau jaune orange avec des incrustations vertes autour des yeux.

— CHAIR

- Couleur jaune foncé

— IMPORTANCE

- Il a une relative stabilité au niveau qualitative

— SUSCEPTIBILITE AUX STRESS BIOTIQUES OU ABIOTIQUES

- Sensible aux maladies de la pourriture molle du cœur et des racines due à *Phytophthora*



Figure 11 — MD2

Source : Daouda *et al.*, 2015 ; Brochure explicative ONU, 2013

4.2.4. RED SPANISH

— FRUIT

- Fruit de taille plus petite que Cayenne
- Fruit de forme globuleuse
- Peau jaune rougeâtre à pleine maturité,
- Yeux plats et plus larges
- Cœur plus gros que cayenne

— CHAIR

- Couleur jaune pâle
- Fibreuse
- Goût poivré
- Moins sucré que le cayenne

— SUSCEPTIBILITE AUX STRESS BIOTIQUES OU ABIOTIQUES

- Il se transporte très aisément



Figure 12 — Red spanish
Source: Daouda *et al.*, 2015

4.2.5. QUEEN VICTORIA

— FEUILLES

- Feuilles plus ou moins épineuses

— FRUIT

- Fruit de petite taille
- Fruit de forme cylindroconique
- Peau jaune franc aux yeux proéminents moins larges que ceux du cayenne

— CHAIR

- Opaque
- Croustillante
- Moins acide que cayenne
- Texture tendre et juteuse

— IMPORTANCE

- Le «Victoria» est la variété la plus connue des ananas «Queen»

— SUSCEPTIBILITE AUX STRESS BIOTIQUES OU ABIOTIQUES

- Peu sensible au wilt



Figure 13 — Queen victoria

Source : Daouda *et al.*, 2015 ; Brochure explicative ONU, 2013

4.2.6. PEROLERA

— FRUIT

- Fruit de forme cylindrique
- Peau rougeâtre prononcé

— CHAIR

- Opaque
- Croustillante avec des alternances radiales de jaune à jaune pâle
- Saveur moins acide
- Moins sucrée que cayenne

— IMPORTANCE

- Fruit riche en acide ascorbique

— SUSCEPTIBILITE AUX STRESS BIOTIQUES OU ABIOTIQUES

- Résiste au wilt

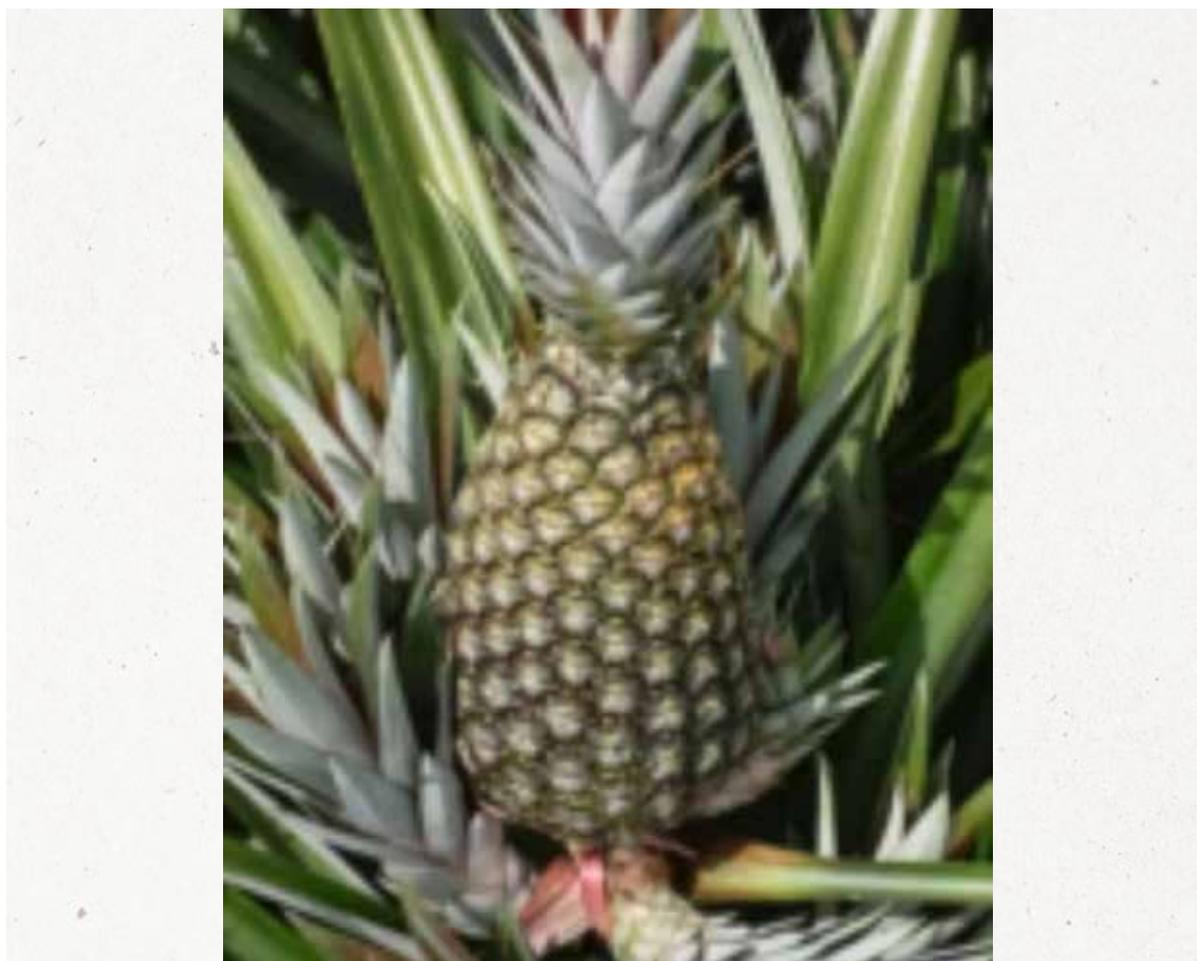


Figure 14 — Perolera
Source : Daouda *et al.*, 2015

Tableau 1 — Caractéristiques des principaux groupes du genre *Ananas comosus*

GROUPES	FEUILLES	FRUITS	COURONNES	REJETS	MALADIES	MARCHÉ VISÉ
PEROLERA OU MORDILONA	Feuille inerme à liseré argenté	1,5 à 3 kg, cylindrique, jaune à orange, chair pâle, ferme, sucre moyen	Souvent multiples	Nombreuses bulbilles	Peu sensible, Résistant au Fusarium	Local et export
PEROLA OU ABACAXI	Longues épineuses	0,9 à 1,5 kg, conique, vert à jaune pâle, très sucré, peu acide, arôme agréable	Souvent multiples	Nombreuses bulbilles	Peu sensible au wilt	Marché local
RED SPANISH	Longues épineuses	1,2 à 2 kg, cylindrique, chair blanche, sucrée peu acide	Souvent multiples	Nombreuses bulbilles	Peu sensible	Export en frais
QUEEN	Courtes, épineuses,	0,5 à 1,2 kg, jaune, chair dorée, sucre élevé, acidité faible, arôme agréable	Peu développée	Assez nombreux	Moins sensible que Cayenne	Export en frais
SINGAPORE SPANISH	Longues, très à peu épineuses, vert foncé	1 à 1,5 kg, cylindrique, rouge orangé, chair jaune vif, sucre et acidité faibles	Souvent multiples	Assez nombreux	Plus résistant que Cayenne	Transformation
CAYENNE	Quelques épines à l'extrémité, vert foncé, taille moyenne	1,5 à 2,5 kg, cylindrique, orangé, chair jaune pâle, sucre et acidité élevés	Unique grande	Peu de bulbilles, peu de cayeux	Sensible	Export en frais et transformation

Source : CIRAD, 2002

Tableau 2 — Classification des différents cultivars/variétés selon les grands groupes

GROUPES	CAYENNE	SPANISH	QUEEN	PERNAMBUCO	PÉROLÉRA	
CULTIVARS	<ul style="list-style-type: none"> • Cayenne lisse • Champaka • Sarawak • Kew • Giant Kew 	<ul style="list-style-type: none"> • Nanglae • C10, C13, C30 • Havai ou Havaiano • Kayin, • Qianlihua ; 	<ul style="list-style-type: none"> • Yueyinaoka ; • HA10, HA25 • Serrana • N67-10 • Numpung 	<ul style="list-style-type: none"> • Pattavia • Bathavia • Lakata • Petburi No. 2 • Baronne de Rothschild 	<ul style="list-style-type: none"> • PRI hybrid 53-116 • Singkapropattavia • St Domingue • Hilo • Typhones 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Española Roja • Green Selangor or • Selangor Green • Cabezona 	<ul style="list-style-type: none"> • Singapore Spanish • Betek • Gandul • Nangka 	<ul style="list-style-type: none"> • Ruby • Masmerah • Shenwan (Yellow Mauritius) 	<ul style="list-style-type: none"> • Intrachitdang • Intrachitkhao • Hybrid 36 • Pina de Cumana 	<ul style="list-style-type: none"> • Pina de Anare • Castilla 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Victoria • Natal queen • Ripley • MacGregor • Honey Queen • Golden Queen 	<ul style="list-style-type: none"> • Queen India • James Queen • Alexandra • Mauritius • Comte de Paris • Jinxiang 	<ul style="list-style-type: none"> • Bali • Meitei Keehom • PQM-1 • Moris • Balang • Tailung 	<ul style="list-style-type: none"> • Yankee • Phuket • Phulae • Sawi • Tainan • Tradisitong 	<ul style="list-style-type: none"> • Petburi • Tadum • CDD • Ninh Binh 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Pain de sucre/ • Sugarloaf • Pernambuco • Abacaxi de • Tarauacá • Abacaxi Rondon 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérola • Paulista • Boituva-Amarelo • Yupi • Pan de Azucar • Eleuthera 	<ul style="list-style-type: none"> • Venezolana • Pina Valera • Papelon 			
	<ul style="list-style-type: none"> • Milagreña • Maipure • Monte Lirio • Bumanguesa 	<ul style="list-style-type: none"> • Perolera Mordilona • Piamba de • Marquita • Amarillo 	<ul style="list-style-type: none"> • Piampa • Tachireense • Rondon • Mariquita 			

PÉDONCULE FRUCTIFÈRE (LONGUEUR PAR RAPPORT AU FRUIT)	FEUILLES	FORMATION DES REJETS À LA RÉCOLTE DU FRUIT (BULBILLES – CAYEUX)	PORT GÉNÉRAL DE LA PLANTE	GROUPES
Relativement court	<ul style="list-style-type: none"> • Relativement courtes • Grandes extrémités seules épineuses • Base non chlorophyllienne des feuilles : vert pâle 	<ul style="list-style-type: none"> • Cultivars avec et sans bulbilles • Quelques cayeux 	Relativement étalé	CAYENNE
Plus long que Cayenne	<ul style="list-style-type: none"> • Longues et étroites • Habituellement épineuses mais il existe des clones inermes ou faiblement épineux • Base non chlorophyllienne des feuilles : vert-rougeâtre 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre et dimensions variables de bulbilles • Quelques cayeux 	Moins étalé que Cayenne	SPANISH
Relativement court	<ul style="list-style-type: none"> • Courtes et étroites • Très épineuses avec épines « en crochet » • Base non chlorophyllienne des feuilles : vert-rougeâtre 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre et dimensions variables de bulbilles peu développées • Très grand nombre de cayeux chez certains cultivars (Natal Queen) (Victoria) 	Relativement étalé	QUEEN
Plus long que Cayenne	<ul style="list-style-type: none"> • Longues et étroites • Très épineuses avec épines non en crochet • Base non chlorophyllienne des feuilles : rose-mauve 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombreuses bulbilles érigées, bien développées en couronne autour du fruit • Cayeux rares et tardif 	Érigé	PERNAMBUCO
Plus long que Cayenne	<ul style="list-style-type: none"> • Longues et larges • non épineuses (types Piping) hormis l'épine distale • Base non chlorophyllienne des feuilles : vert-pâle 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombreuses bulbilles de dimensions variables en couronne autour du fruit 	Moins étalé que Cayenne	PÉROLÉRA

UTILISATIONS LES PLUS APPROPRIÉES DU FRUIT	COMPORTEMENT À L'ÉGARD DE LA MALADIE DU WILT ET DES NÉMATODES	FRUIT	GROUPES
<ul style="list-style-type: none"> • Conserverie • Export en frais • Consommation locale 	<ul style="list-style-type: none"> • Très sensible 	<ul style="list-style-type: none"> • Poids moyen : élevé • Forme : cylindrique • Yeux : larges et plats • Peau (à maturité) : Jaune orange • Chair (à maturité) : plus ou moins translucide • Non fibreux • Chair (couleur) : jaune pâle • Saveur : sucré et acide • Cœur (diamètre) : moyen 	CAYENNE
<ul style="list-style-type: none"> • Export en frais essentiellement • Consommation locale 	<ul style="list-style-type: none"> • Tolérant au wilt • Moins sensible aux Nématodes 	<ul style="list-style-type: none"> • Poids moyen : inférieur à Cayenne • Forme : globuleux • Yeux : plus large que Cayenne et plats • Peau (à maturité) : jaune rougeâtre • Chair (à maturité) : plus ou moins translucide • Fibreux • Chair (couleur) : blanchâtre « épice » • Saveur : moins sucré que Cayenne • Cœur (diamètre) : supérieur à Cayenne 	SPANISH
<ul style="list-style-type: none"> • Export en frais • Consommation locale 	<ul style="list-style-type: none"> • Moins sensible que Cayenne au wilt 	<ul style="list-style-type: none"> • Poids moyen : faible • Forme : cylindro-conique • Yeux : moins larges que Cayenne et proéminents • Peau (à maturité) : jaune franc • Chair (à pleine maturité) : opaque • Croustillant • Chair (couleur) : jaune franc • Saveur : moins acide que Cayenne • Cœur (diamètre) : inférieur à Cayenne 	QUEEN
<ul style="list-style-type: none"> • Consommation locale 	<ul style="list-style-type: none"> • Moins sensible que Cayenne au wilt 	<ul style="list-style-type: none"> • Poids moyen : inférieur à Cayenne • Forme : pyramidal • Yeux : petits et partiellement proéminents • Peau (à maturité) : jaune verdâtre • Chair (à maturité) : translucide • Non fibreux • Chair (couleur) : blanchâtre à jaunâtre • Saveur : moins acide que Cayenne • Cœur (diamètre) : inférieur à Cayenne 	PERNAMBUCO
<ul style="list-style-type: none"> • Export en frais • Consommation locale 	<ul style="list-style-type: none"> • Peu sensible et résistant au Fusarium 	<ul style="list-style-type: none"> • Poids moyen : semblable à Cayenne • Forme : cylindrique • Yeux : larges et plats souvent irréguliers • Peau (à maturité) : jaune rougeâtre prononcé • Chair (à maturité) : opaque • Croustillant • Chair (couleur) : alternance radiale de jaune à jaune pâle • Saveur : moins acide et moins sucré que Cayenne ; plus riche en acide ascorbique • Cœur (diamètre) : semblable à Cayenne 	PÉROLÉRA

4.3. ASSOCIATIONS

L'utilisation des légumineuses en association avec les cultures de rente entraîne une plus grande productivité, un faible impact des maladies, la stabilité des plantes, et une suppression des adventices par rapport à la monoculture (Garcia De La Cruz et García- López, 2021). Toutefois, la pratique d'association est peu mise en œuvre.

CULTURES FAVORABLES

Les associations de l'ananas et des plantes de couverture recommandés sont *Vigna unguiculata*, *Mucuna pruriens*, *Crotalaria juncea*, *Glycine max (L.) Merr.*, *Arachis hypogaea*, *Vigna subterranea* (Garcia De La Cruz et García- López, 2021 ; Sessou et al., 2022). L'association de la culture d'ananas et du *Carica papaya L.* (papayer solo) est également rapportée. Elle permet d'éviter les coups de soleil qui affectent la qualité des fruits (Sessou et al., 2022).

CULTURES NOCIVES

Les cultures telles que *Zea mays* (maïs), *Solanum lycopersicum L.* (tomate) et *Capsicum* (piment) qui favorisent les populations de nématodes sont nocives pour l'ananas et donc doivent être évitées (COLEAD, 2020). De plus la culture de *Manihot esculenta* (manioc) est également néfaste en association avec l'ananas car elle est exigeante en élément nutritif notamment le potassium qui intervient sur la qualité du fruit d'ananas (teneur en sucre, acidité, couleur, saveur, texture).

4.4. ROTATION/ASSOLEMENT

Les systèmes de rotations de cultures favorisent l'amélioration de la structure du sol, une biodiversité accrue, et une augmentation de la matière organique et de la teneur en éléments nutritifs dans la couche supérieure du sol (Tullio et al., 2016). Ils permettent également la lutte contre les nématodes (García de la Cruz et al., 2006 ; Paull et al., 2016 ; COLEAD, 2020) ; la suppression des adventices (Nurbel et al., 2021 ; Garcia De La Cruz et García- López, 2021) ; et une meilleure rétention d'eau en période sèche suite à l'enfouissement de la couverture végétale (PIP, 2015). Quelques cultures conseillées sont *Mucuna pruriens* ou *Mucuna deeringiana* ; *Vigna unguiculata* ; *Arachis hypogaea* ; *Crotalaria juncea* ; *Crotalaria spectabilis* ; *Stylozanthos guanensis* etc.



CHOIX PRÉALABLE À LA PLANTATION

MATÉRIEL VÉGÉTAL

- Rejets : couronne ; bulbille ; cayeux issus d'anciennes plantations récoltées ; et vivoplants ou vitroplants.
- Critère de sélection : les rejets respectant les normes de la variété concernée, et exempts de maladies et carences nutritionnelles ou physiologiques.

LES VARIÉTÉS LES PLUS COURANTES DANS LES DIFFÉRENTES PAYS ACP SONT

- Cayenne lisse
- Pain de sucre
- MD2
- Red spanish
- Queen victoria
- Ect...

ASSOCIATIONS

- Cultures favorables : *Vigna unguiculata*, *Mucuna pruriens*, *Crotalaria juncea*,
- Cultures nocives : maïs, tomate, piment et manioc.

ROTATION

- *Mucuna pruriens*,
- *Mucuna deeringiana*,
- *Vigna unguiculata*,
- *Arachis hypogaea*,
- *Stylozanthos guanensis*,
- *Crotalaria juncea*,
- *Crotalaria spectabilis*.



A close-up photograph of a person's hand holding a green vegetable stem, likely a carrot or similar root vegetable. The hand is positioned on the left side of the frame, with the fingers gripping the stem. The background is a solid, bright yellow-green color.

5

PRODUCTION DES REJETS

La production de rejets d’ananas s’effectue généralement par multiplication végétative. À cet effet, différents types de rejets d’ananas sont produites, leur dénomination étant fonction de la position occupée sur la plante mère. Chacun d’entre eux présentent des caractéristiques propres (temps de croissance, le nombre de rejets produits, etc.) qui conditionnent le choix de leur multiplication ou propagation (Cunha *et al.*, 2021 ; Shamim *et al.*, 2016) (Tableau 3).

Tableau 3 — Caractéristiques des types de rejets d’ananas

DIFFÉRENTS TYPES DE REJETS	EXPLICATIONS	CARACTÉRISTIQUES
COURONNE	Elle se développe à partir de l’apex du fruit (la partie supérieure du fruit).	<ul style="list-style-type: none"> • Une seule couronne est produite par plant • Les couronnes entrent en dormance à maturité du fruit • Moins utilisées comme matériel de plantation car les fruits sont vendus avec les couronnes • Les fruits ont tendance à mûrir de manière homogène • Cycle cultural (de la plantation à la récolte des fruits) est en moyenne de 22 à 24 mois.



Figure 15 — Aperçu de la couronne sur le fruit

DIFFÉRENTS TYPES DE REJETS	EXPLICATIONS	CARACTÉRISTIQUES
BULBILLES	Elles se développent à la base du fruit à partir d'un bourgeon axillaire du pédoncule.	<ul style="list-style-type: none"> • Important nombre de rejets produits (15 à 25 rejets par plant) • Mûrissement des fruits de manière inégale • Cycle cultural (de la plantation à la récolte des fruits) est en moyenne de 20 mois.



Figure 16 — Formation des bulbilles

DIFFÉRENTS TYPES DE REJETS	EXPLICATIONS	CARACTÉRISTIQUES
HAPPA	Ils se développent à partir de bourgeon axillaire, dans la zone de transition entre la tige et le pédoncule (Py <i>et al.</i> 1984). Les happas sont semblables aux bulbilles mais se développent bien en dessous de la base du fruit et n'ont pas la courbe caractéristique à la base des feuilles.	<ul style="list-style-type: none"> • Faible nombre de rejets produits • Leur base est en forme de flèche, comme les bulbilles.



Figure 17 — Aperçu d'un happa dans la zone de transition entre la tige et le pédoncule

DIFFÉRENTS TYPES DE REJETS	EXPLICATIONS	CARACTÉRISTIQUES
CAYEUX DE TIGE	Ils se développent à plusieurs cm sur la tige.	<ul style="list-style-type: none"> • Faible nombre de rejets produits • Obtenir uniquement sur certaines variétés telles que la cayenne lisse.



Figure 18 — Apparition des cayeux de tige
<https://www.tropicalpermaculture.com/pineapple-growing.html>

DIFFÉRENTS TYPES DE REJETS	EXPLICATIONS	CARACTÉRISTIQUES
CAYEUX DE BASE	Ils prennent naissance sur la partie souterraine de la tige ou sur le collet de la plante (Cunha et Reinhardt, 2004). La base du cayeu a un aspect typique en bec de canard (Py <i>et al.</i> 1984).	<ul style="list-style-type: none"> • Faible nombre de rejets produits • Rejets difficiles à planter en raison de leur grande taille ; • Mûrissement des fruits de manière inégale • Cycle cultural (de la plantation à la récolte des fruits) est en moyenne de 15 à 18 mois.



Figure 19 — Aperçu des cayeux de base

5.1. PRODUCTION DE REJETS À PARTIR D'UNE PARCELLE D'ANANAS RÉCOLTE

Cette méthode consiste à entretenir les plants d'ananas après avoir récolté les fruits pendant 8 à 12 mois. Pour ce faire :

- après la récolte, tailler les feuilles des plantes mères d'ananas afin de réduire la surface de consommation des éléments nutritifs par ces plantes mères, ce qui accélère l'émission des rejets (Queiroga, 2023) ;
- désherber régulièrement la parcelle afin d'aérer les plantes mères et de réduire l'humidité de la parcelle ;
- si nécessaire, traiter avec un mélange d'insecticide et de fongicide autorisés dans les pays ACP et compatible avec votre marché de destination (<https://eservices.colead.link/fr/listes-produits-protection-plantes-homologues-pays-acp>; <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/start/screen/active-substances>) (Tableau 4).
- faire un apport mensuel d'urée et de chlorure de potasse (KCl), sur la base des résultats d'analyse foliaire ou du sol (Vásquez-Jiménez et Bartholomew, 2018; Queiroga, 2023).
- récolter chaque mois les rejets au calibre souhaité.

Avantages/difficultés : Cette méthode permet d'avoir tous les types de matériels de plantation conventionnels tels que : les couronnes ; les bulbilles ; les happas et les cayeux. Seuls les bulbilles et les cayeux sont plus utilisés pour la reproduction car ils sont facilement mobilisables en quantité importante par les producteurs.

5.2. PRODUCTION DE REJETS À PARTIR DE LA CULTURE DE TISSUS OU VITROPLANTS

Les étapes de la production de rejets par culture de tissu (Figure 20) sont :

- une fois les bourgeons retirés de la plante mère, la première étape est la désinfection pour éliminer les micro-organismes présents et ainsi minimiser les risques de contaminations fongiques et bactériennes. Dans des conditions totalement aseptiques dans une chambre à flux laminaire, ces bourgeons doivent être encore réduits en éliminant l'excès de tissu avant leur introduction dans le milieu de culture ;
- le processus de gonflement des bourgeons d'ananas est relativement lent et plusieurs transferts sur des milieux de culture frais de même composition sont nécessaires avant le début de l'étape de multiplication. À 45 jours après avoir placé les bourgeons dans le milieu de culture, il est temps d'ajouter des régulateurs de croissance. La présence d'une cytokinine est essentielle pour l'initiation du processus de division cellulaire et son équilibre avec une auxine, généralement dans un rapport d'environ 3:1, favorise l'allongement et l'enracinement ultérieur des plantules ;

- lorsque les premières pousses ou agrégats de pousses apparaissent, elles doivent être subdivisées et transférées sur un nouveau milieu (repiquage), et donc par la suite dans des périodes de 45 à 60 jours, avec des taux de multiplication dépendant de chaque variété. Les premières pousses peuvent apparaître après environ 90 jours de culture, lorsqu'il faut démarrer les cycles de multiplication en induisant des bourgeons latents présents à la base des petites pousses, et ainsi générer de nouveaux individus. De nombreuses variétés s'allongent dans ce même milieu, cependant, d'autres variétés doivent être transférées dans un milieu spécifique dans un récipient plus grand pour l'allongement des pousses ;
- l'enracinement des plantes d'ananas *in vitro* peut être le plus souvent réalisé en l'absence de régulateurs de croissance ou avec l'ajout de faibles concentrations d'auxine, telles que l'acide naphthalène acétique (NAA), ou la combinaison d'auxine avec la cytokinine ;
- la dernière étape de production de plantules par micropropagation est l'acclimatation. Cette phase implique le transfert des plantules de la condition *in vitro* à une serre. Ce passage est assez critique et, dans certains cas, représente le principal facteur limitant du processus de micropropagation. Les plantules doivent être soigneusement retirées des flacons, leurs racines soigneusement lavées à l'eau courante pour éliminer tout résidu du milieu de culture, et transférées dans de petits plateaux ou tubes en polystyrène, ou dans un autre récipient approprié. En ce qui concerne les substrats, il convient de privilégier ceux à faible densité, à bonne rétention d'humidité et à bonne aération, y compris la supplémentation minérale (Reinhardt *et al.*, 2018).

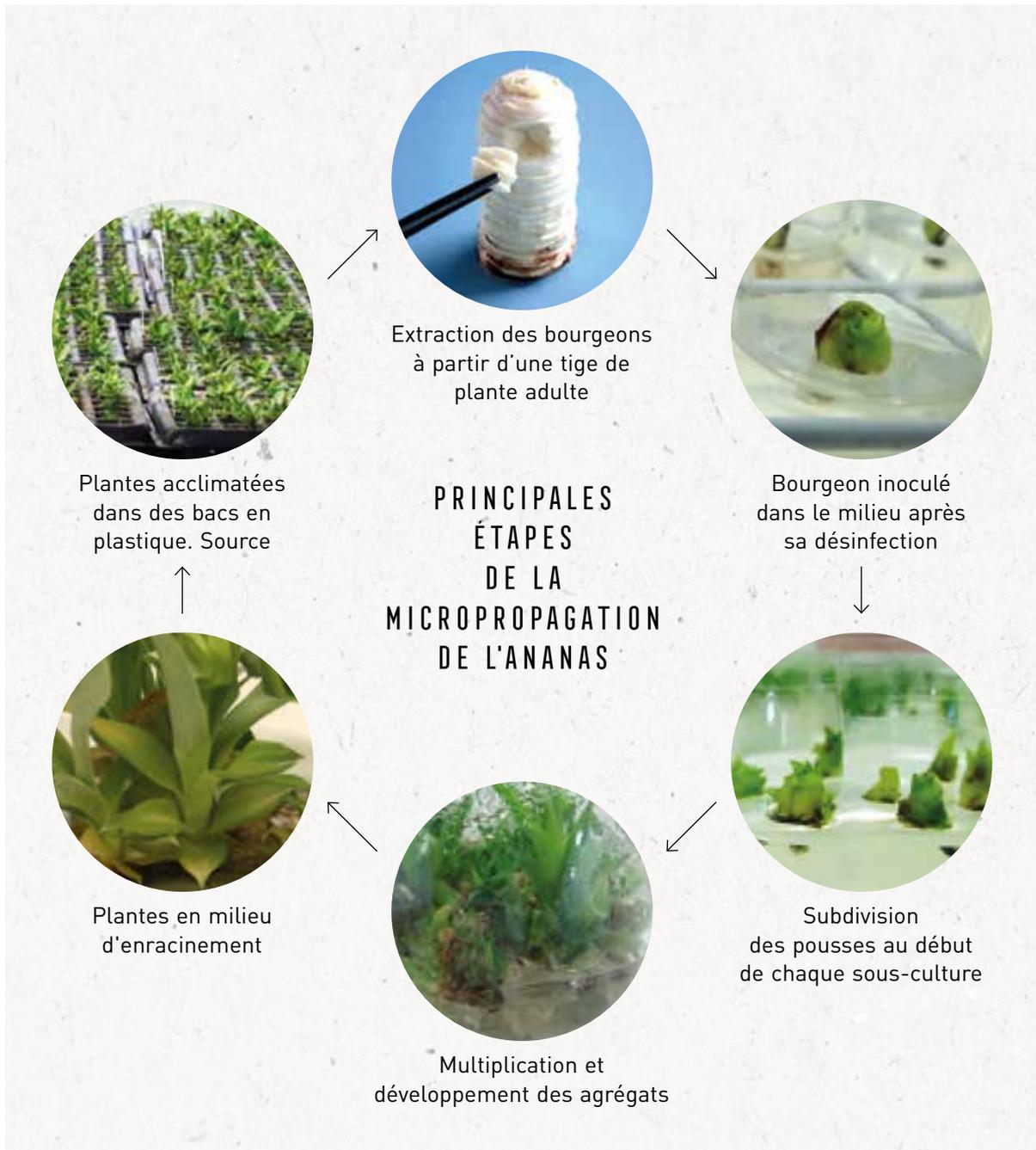


Figure 20 — Principales étapes de la micropropagation de l'ananas
Source: Reinhardt *et al.*, 2018

5.3. PRODUCTION DE REJETS À PARTIR DE L'UTILISATION DE RÉGULATEUR DE CROISSANCE

L'émergence naturelle des bourgeons de la plante d'ananas est améliorée et stimulée par l'utilisation d'un régulateur de croissance approuvé dans les pays ACP et votre marché de destination

(<https://eservices.colead.link/fr/listes-produits-protection-plantes-homologues-pays-acp>; <https://www.fao.org/pesticide-registration-toolkit/information-sources/maximum-residue-limits/en/>) (tableau 5). C'est une bonne méthode de reproduction lorsque le matériel de plantation est rare ou indisponible. Le processus commence après le forçage de la plante et prend 5 jours.

- le premier jour, l'application se fait avec de l'Ethéphon à 1,4 kg dissous dans 3750 litres d'eau par hectare ;
- le deuxième jour, le même dosage est appliqué ;
- le cinquième jour ou 72 heures après la deuxième application d'Ethéphon, appliquer 2,2 kg de chloroflurénol dans 2300 litres d'eau par hectare. Le chloroflurénol est appliqué sur (2 kg) et au-delà de la taille des rejets ;
- après 4,5 à 5 mois, le matériel de plantation peut être récolté.

5.4. PRODUCTION DE REJETS À PARTIR DE L'UTILISATION DE LA SECTION DU TRONC

La technique par fragmentation de la tige après la récolte des fruits donne de très bons résultats. Cette technique permet de conserver entièrement les caractéristiques de la plante mère. Elle consiste à :

- déterrer les souches (tiges) fraîches et à couper toutes les feuilles au niveau de leur base pour obtenir une tige cylindrique (Figure 21a et 21b) ;
- couper les tiges dans le sens de la longueur, de manière à obtenir plusieurs fragments de 3 à 4 cm environs (Figure 21c) ;
- désinfecter les fragments obtenus en les trempant entièrement dans une solution de fongicide approuvée (Tableau 6) ;
- faire une planche de 15 cm de haut avec de la terre noire ou de l'humus sur laquelle il faut creuser des sillons parallèles distants de 5 cm, à l'intérieur desquels les fragments sont plantés ;
- disposer les fragments bout à bout et à plat dans les sillons, à des intervalles de 15 cm ;
- veiller à ce que la face sectionnée soit orientée vers le sol, ce qui facilitera l'évolution des racines (Figure 21d) ;
- recouvrir d'une fine couche de terre (1 cm) et faire un léger paillage ;
- arroser une fois tous les 3 jours au bout de trois semaines, chaque fragment aura bourgeonné sur la face supérieure et 2 mois plus tard, vos jeunes plantules auront atteints 4 à 5 cm de haut (Figure 21e) ;
- confectionner alors une pépinière constituée d'une ou plusieurs planches de 15 à 20 cm de haut, avec ombrière ;
- subdiviser les fragments de tiges en autant de morceaux qu'il y aura de bourgeons ;
- faire ensuite à la main ou au plantoir, des trous profonds de 5 cm, avec des écartements de 15 cm x 15 cm (44 plants au m²) ou 25 cm x 10 cm (40 plants au m²) ;
- traiter les bourgeons dans une solution de fongicide avant de les placer dans les poquets ;
- tasser légèrement autour du collet puis, arroser abondamment chaque jour ;
- les rejets seront prêts à être transplantés en champ après 11 mois en pépinière. contrairement à la méthode classique, cette méthode a l'avantage de donner des rejets homogènes et en quantité importante (Figure 21f) (Reinhardt *et al.*, 2018).

AVANTAGES/DIFFICULTÉS

Les plantules issues de cette technique sont de qualité sanitaire supérieure, mais leur taille, leur poids et leur vigueur sont généralement inférieurs à ceux des cayeux et bulbilles. De ce fait leur développement initial après plantation dans les champs est plus lent et ses performances globales se rapprochent de celles des couronnes.

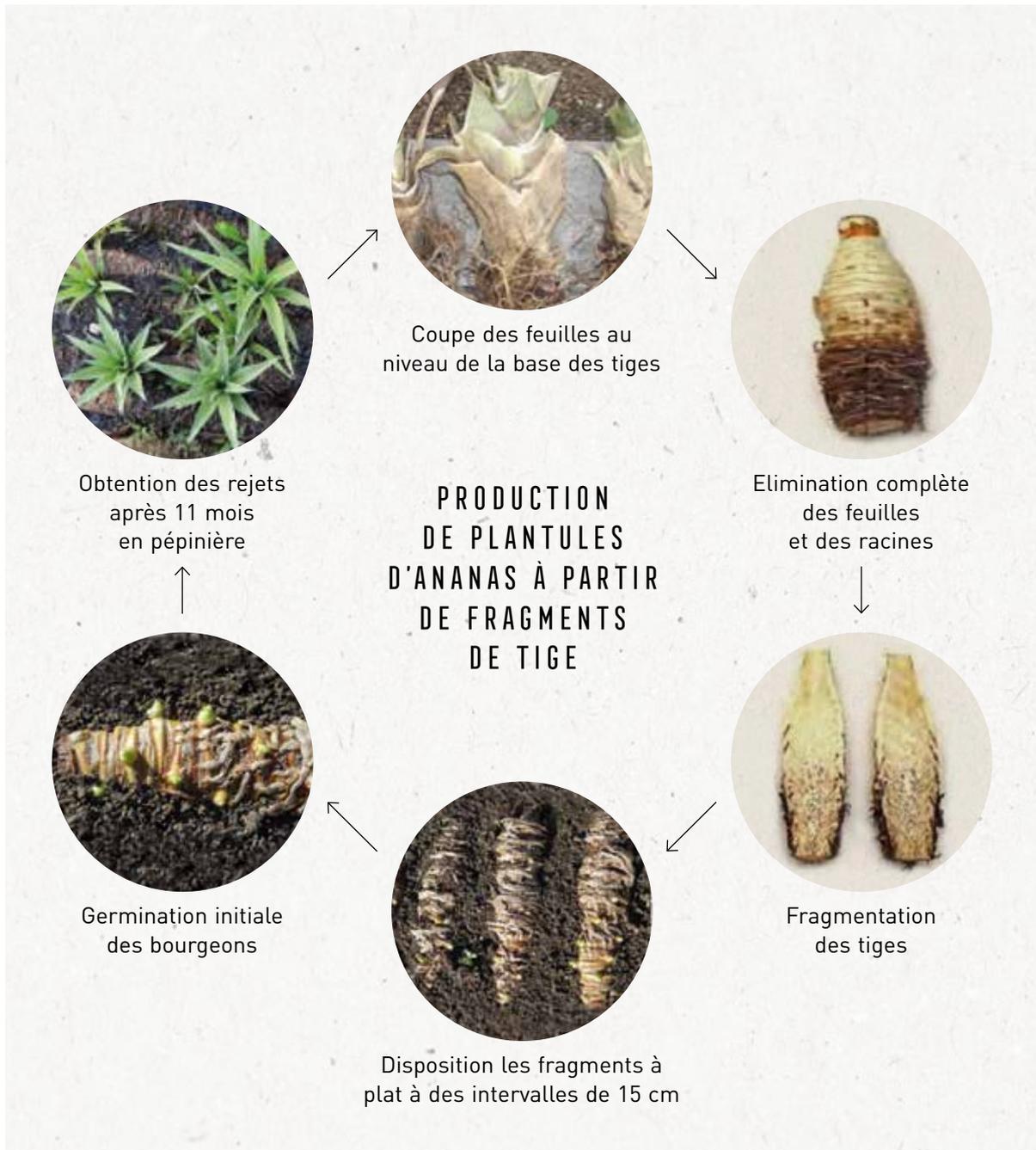


Figure 21 — Production de plantules d’ananas à partir de fragments de tige
Source: Reinhardt *et al.*, 2018

5.5. PRODUCTION DE REJETS PAR ABLATION/CASTRATION FLORALE

Le mode opératoire de cette technique est le suivant :

- 5 à 6 mois après la plantation, réaliser un traitement d'induction florale (hormonage) sur les plantes développées, avec du carbure de calcium, à raison de 500 g dans 150 l d'eau ; verser ensuite 50 ml/plant pendant la nuit, puis répéter le traitement deux fois à 3 jours d'intervalle ;
- 1 à 2 mois après l'hormonage, faire l'ablation de l'inflorescence après son émergence. Juste après l'ablation des fleurs, tailler les feuilles ;
- 3 à 4 mois après l'ablation de l'inflorescence, des rejets se développent ; collecter ceux de calibre acceptable pendant 8 à 12 mois ;
- continuer à entretenir régulièrement la parcelle pendant la durée de production des rejets (Reinhardt *et al.*, 2018).

AVANTAGES/DIFFICULTÉS

peu de travaux ce sont porté sur cette méthode.

5.6. PRODUCTION DE REJETS À PARTIR DES COURONNES

Les couronnes des fruits sont une autre source de matériel de plantation. Ce sont de bons matériaux de plantation mais ils doivent être triés et classés pour éviter d'envoyer du matériel présentant des défauts au champ pour la plantation. À maturité, elles entrent en dormance. Deux méthodes de propagation de ce type de matériel ont été développées :

MÉTHODE 1

- Des fruits d'ananas mûrs sont sélectionnés pour séparer la couronne du fruit.
- Une section coupée du fruit d'ananas est trempée dans de la cendre de charbon et laissée sécher pendant plusieurs jours. Si la feuille de la couronne n'est pas séchée, le processus de pourriture se produit.
- La couronne détachée est immergée dans l'eau pour former des racines (Figure 22a et 22b).
- Une fois que la couronne forme 7 à 9 racines sous les feuilles, elle est plantée dans un sol humifère où il continue sa végétation et commence à pousser en formant de nouvelles feuilles (Figure 22c) (Shakarovna et Hamdamovich, 2022).



Figure 22 — Reproduction de rejets à partir de la couronne de l'ananas
Source : Shakarovna et Hamdamovich, 2022

MÉTHODE 2

- Diviser la base de la couronne en 4 parties et couper les feuilles en excès (Figure 23a) ;
- Traiter les fragments de la base de la couronne avec du permanganate de potassium ;
- Planter les fragments dans le sol et arrosé (Figure 23b) ;
- Après un certain temps, une nouvelle plante poussera à partir de chaque morceau planté (Figure 23c) (Shakarovna et Hamdamovich, 2022).



Figure 23 — Reproduction de rejets à partir des fragments de la couronne
Source: Shakarovna et Hamdamovich, 2022

MÉTHODE 3

La technique de PIF (Plants from Stem Fragments) a été développée par Kwa en 2003 au Cameroun et a pour principe de base la levée de dormance apicale de la couronne par la destruction du méristème apical (Figure 24). La procédure consiste à :

- faire le parage de la couronne en enlevant le reste du fruit à la base de chaque couronne à l'aide de couteaux ;
- enlever avec les mains une à une toutes les feuilles de la couronne allant de la base au sommet ;
- pratiquées deux à trois incisions croisées au centre du sommet de l'expiant ou faire une incision longitudinalement en deux (2) sur l'expiant paré en passant par l'apex ;
- planté dans de la sciure de bois à une profondeur de 2 à 5 cm ;
- séchés les explants pendant 2 heures sous ombrage après désinfection avec du fongicide homologués (Bodjona *et al.*, 2020).



Figure 24 — Phase de reproduction de rejets à partir de la méthode PIF
Source : Bodjona *et al.*, 2020

MÉTHODE 4

Cette technique est utilisée depuis de nombreuses années et de nombreuses modifications de la technique originale ont été testées. Chaque feuille de la couronne de l'ananas recouvre un bourgeon sur la tige à sa base. La première étape consiste à :

- enlever et jeter la base de la couronne et toutes les feuilles sèches. Chaque feuille verte de la couronne peut ensuite être soigneusement retirée avec un petit morceau de la tige juste sous le bourgeon ;
- la partie supérieure de la couronne avec les feuilles associées est trop molle pour permettre le retrait de bourgeons simples, de sorte que tout le sommet est simplement divisé verticalement en quatre morceaux ;
- les boutures sont ensuite trempées dans une solution d'hypochlorite de sodium suivie d'un bain de fongicide pour se protéger contre la pourriture, puis plantées dans des appartements contenant du sable humidifié, un mélange de sol noir et de tourbe, ou d'agarose (milieu d'agar).
- un mois après le transfert dans le milieu de culture, les bourgeons se développent en plantules. Aucune application d'engrais n'est nécessaire à ce stade ;
- après deux à trois mois de croissance, les plantules sont transférées dans des bacs de propagation (pots en feuilles) ou dans des lits dans une serre. Le support de culture utilisé à ce stade est composé de 45 % de tourbe noire, 40 % de tourbe blanche, 15 % d'argile et 4 kg d'osmocote (osmocote peut être remplacé par d'autres composés fertilisants) ;
- les plateaux de propagation sont installés à l'ombre (40 %) et irrigués avec de petits arroseurs justes pour maintenir le sol humide ;
- après trois mois supplémentaires de croissance sous ombrage léger, c'est-à-dire lorsqu'ils ont cinq à six mois, ils sont prêts à être repiqués au champ. Une couronne peut donner jusqu'à soixante plantules selon la variété d'ananas.

5.7. PRODUCTION DE REJETS AU MOYEN DE BIORÉACTEUR À IMMERSION TEMPORAIRE

Le système de micropropagation dans des bioréacteurs à immersion temporaire a d'abord été adapté par ; Escalona *et al.* (1998) pour la production à grande échelle de plantules d'ananas. Il permet l'utilisation de grands conteneurs, augmentant l'efficacité avec une réduction des coûts et d'excellents taux de survie pendant l'acclimatation par rapport à la micropropagation en culture stationnaire.

- L'établissement des bourgeons se produit par le système de micropropagation conventionnel, dans de petits conteneurs (Figure 25a), et les agrégats de bourgeons initiaux sont ensuite transférés dans les bioréacteurs pour démarrer la phase de multiplication (Figure 25b).
- Cette technique alterne une immersion temporaire des bourgeons en milieu liquide avec des périodes d'absence de milieu de culture, à intervalles réguliers.
- Chaque unité du système se compose de deux flacons, l'un contenant un grand volume de milieu en fonction de la taille des flacons et l'autre avec les explants pour la multiplication.
- Les bouteilles sont reliées entre elles au moyen d'un tuyau par lequel le milieu de culture passe d'une bouteille à l'autre grâce à l'activation d'un compresseur d'air.
- L'intervalle entre les immersions des explants est variable et doit être adapté aux conditions de chaque espèce ou cultivar.

AVANTAGES/DIFFICULTÉS

L'automatisation du système réduit la main-d'œuvre nécessaire pour les transferts d'explants entre les milieux de culture et augmente les taux de multiplication, car elle évite les pertes de matériel par hyperhydratation et asphyxie, et conduit donc à des réductions du coût de production des plantules (Reinhardt *et al.*, 2018).



Figure 25 — Petits pots ou conteneurs en plastique (à gauche) et bioréacteur (à droite)

5.8. PRODUCTION DE REJETS PAR ÉTIOLATION

La méthode de micropropagation de l'ananas basée sur l'étiollement (élongation in vitro des pousses) des segments nodaux a été démontrée par Kiss *et al.* (1995).

- les plantes in vitro sont utilisées comme explants. L'étiollement des pousses est induit en plaçant ces explants dans un milieu contenant du NAA ($10 \mu\text{M} = 1,86 \text{ mg/L}$) et en les incubant dans l'obscurité à 28°C pendant 30 à 40 jours Figure 26a et 26b) ;
- les pousses étiolées, développées dans l'obscurité (Figure 26c), sont récoltées et placées horizontalement dans un milieu additionné de kinétine ($25 \mu\text{M} = 5,38 \text{ mg/L}$) ou de BA ($20 \mu\text{M} = 4,50 \text{ mg/L}$), incubé à 26°C et une photopériode de 16h, et après 4 à 6 semaines, les pousses se sont régénérées le long des nœuds (Figure 26d) ;
- les plantules régénérées sont enracinées sur un milieu MS sans régulateur de croissance (figure 26e) et transférées dans la serre (Reinhardt *et al.*, 2018).

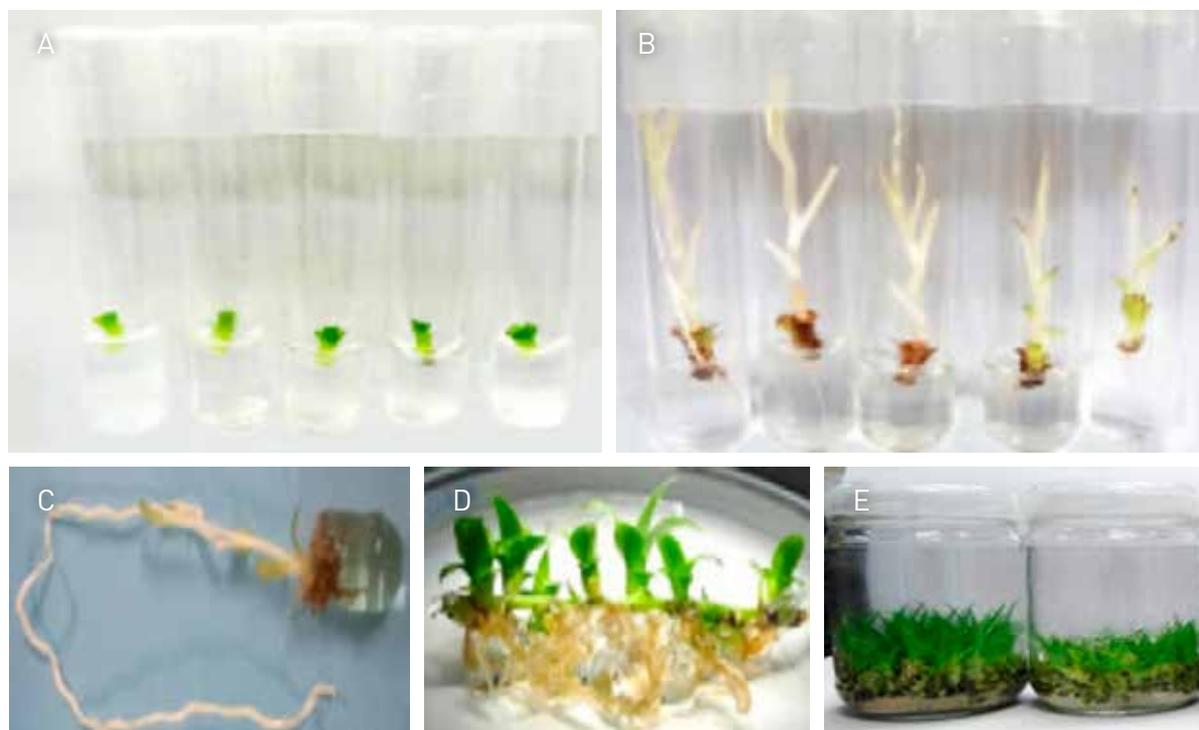


Figure 26 — Principales étapes de la micropropagation de l'ananas par étiollement des segments nodaux :

- (a) Plantes inoculées pour incubation en absence de lumière ;
- (b) Plantes étiolées après incubation dans l'obscurité ;
- (c) Segment nodal étiolé prêt pour la sous-culture après élimination de l'apex de la tige ;
- (d) Pousses obtenues à partir de segments nodaux ;
- (e) Phase de multiplication des plantes

Source : Reinhardt *et al.*, 2018

5.9. NUTRITION DES REJETS

Tous rejets produits par les différentes méthodes nécessitent une fertilisation appropriée afin de maintenir les plantes bien nourries jusqu'à ce que le matériel de plantation soit de bonne qualité et puisse produire une culture à croissance rapide avec des fruits de qualité en même temps. Quel que soit le système choisi pour produire du matériel de plantation, le programme de fertilisation est le même dans tous les cas.

5.10. RÉCOLTE DES REJETS

La production de rejets porte habituellement sur 6 à 11 mois en fonction des conditions climatiques et de la nutrition minérale. Les « passages » nécessaires à leur récolte doivent être fréquents toutes les 2 à 3 semaines afin que les rejets soient les plus homogènes possibles et n'atteignent pas un développement excessif qui freine le développement ultérieur de rejets plus jeunes. Le poids moyen optimal est de 400 à 500 grammes. On peut cependant faire appel soit à des rejets plus petits (sans descendre de préférence en dessous de 300 g) si l'on veut accélérer la sortie des rejets suivants et si les conditions de mise en terre sont favorables ; soit à des rejets plus gros, sans toutefois dépasser les 600 g, si on veut réaliser des cycles culturaux courts. Il est préférable de les disposer sur la plante-mère pour quelques jours, leur base dirigée vers le ciel, afin de permettre une cicatrisation rapide de la section. Elle permet de lutter contre *Ceratocystis paradoxa* responsable de la pourriture noire de la tige du rejet et contre les cochenilles exposées au soleil après un parage léger des plants. Cette opération peut précéder ou suivre le tri, le parage et la mise en bottes des rejets. Six mois après la récolte des fruits, les rejets cayeux ayant un poids moyen compris entre 400 et 500 g sont récoltés toutes les 3 semaines.

5.11. STOCKAGE DES REJETS

Avant de planter les rejets d'ananas, il faut d'abord les conditionner ou les stocker pour les débarrasser de certains insectes et maladies. Parmi les opérations permettant le conditionnement des rejets, on peut citer :

CALIBRAGE

Cette opération consiste à trier les rejets à planter et à les classer en plusieurs groupes homogènes suivant leur poids, leur taille et leur grosseur (Figure 27). Ces rejets seront plantés par groupes homogènes dans le champ. Cela permet d'éviter que les gros rejets ne se développent en étouffant les petits, et aussi de faciliter les divers traitements ultérieurs, et d'avoir des fruits de même taille.



Figure 27 — Opérations de calibrage des rejets d'ananas

PARAGE

Consiste à enlever les petites feuilles de la base et les feuilles mortes ou desséchées pour les cayeux et bulbilles 24 à 48 heures avant plantation, pour mettre à nu les jeunes racines et faciliter leur pénétration dans le sol (Figure 28).



Figure 28 — Opérations de parages des rejets d'ananas

TREMPAGE

Cette opération est importante et consiste à tremper la base des rejets à planter soit dans une solution de fongicide et insecticide en respectant les doses du fabricant et en portant des gants de protection. Ce trempage se fait dans une bouillie de fongicide et insecticide dans 200 litres d'eau pour 20 000 rejets, en veillant à ne pas conserver cette solution plus de 24 heures. Après ce délai, la solution perd de son efficacité (Guide de production Bénin, 2023). Après le trempage, les rejets sont disposés debout pendant 12 heures pour une bonne répartition du produit (Figure 29).



Figure 29 — Opérations de trempage ou de traitement des rejets

EXPOSITION DES REJETS

Cette opération consiste à retourner les rejets de bas en haut (feuilles contre le sol) pour exposer les racines au soleil (Figure 30). Cela permet la destruction des insectes, évite la pourriture et facilite la cicatrisation. Ceci n'est valable que pour les cayeux de souche (prélevés au niveau du collet, mais proche des racines de la souche). Le stockage des rejets peut s'étaler sur plus d'un mois (le rejet entre en vie ralentie), si nécessaire en période humide à l'air libre, la base tournée vers le haut. En période sèche, sous l'ombre, la base au sol. Le stockage prolongé du rejet est toujours à éviter : il perd de sa vigueur, sa reprise est plus longue et plus hétérogène. En période pluvieuse ou fraîche et sèche, les rejets peuvent être stockés sur les pieds-mères, leur base dirigée vers le soleil. En période chaude et sèche, il est préférable, après leur exposition de leur base quelques jours au soleil, de les placer verticalement sous un ombrage léger.



Figure 30 — Retournement des rejets de bas en haut pour exposer les racines au soleil
<https://www.yumpu.com/es/document/read/62396788/manual-de-pina>



PRODUCTION DES REJETS

LES REJETS D'ANANAS SONT CLASSÉS SELON LA PARTIE DE LA PLANTE DANS LAQUELLE ILS SONT PRODUITS EN CINQ TYPES À SAVOIR

- couronne (se développe à partir de l'apex du fruit);
- bulbille (se développe à partir du pédoncule fruit);
- Happa (se développe à partir de bourgeon axillaire, dans la zone de transition entre la tige et le pédoncule.);
- cayeux de base (se développe à partir de la région où le pédoncule s'insère dans la tige ou le pédoncule);
- cayeux de tige (se développe à partir de la tige).

CHAQUE TYPE DE REJETS POSSÈDE SES PROPRES CARACTÉRISTIQUES ET AVANTAGES, QUI DOIVENT ÊTRE PRISES EN COMPTE LORS DU CHOIX ET DE LA MULTIPLICATION OU PROPAGATION DES REJETS. LES MÉTHODES DE MULTIPLICATION LES PLUS RÉPANDUES SONT

- méthode de multiplication de rejets à partir d'une parcelle d'ananas récolte ou de la plante souche;
- méthode de multiplication de rejets à partir de la culture de tissus ou vitroplants;
- méthode de multiplication de rejets à partir de l'utilisation de régulateur de croissance;
- méthode de multiplication de rejets à partir de l'utilisation de la section du tronc;
- méthode multiplication de rejets par ablation/castration florale;
- méthode de multiplication de rejets à partir des couronnes;
- méthode de multiplication de rejets au moyen de bioréacteur à immersion temporaire;
- méthode de multiplication de rejets par étiolessions.





6

PLANTATION

6.1. PÉRIODE DE PLANTATION

L'une des caractéristiques majeures de la culture de l'ananas est qu'elle est planifiable. Selon les conditions pédoclimatiques, il est possible d'organiser une production suivie tout au long de l'année (Tableau 4).

Tableau 4 — Moment de plantation en fonction de la disponibilité en eau (pluviale ou irrigué) et de la période culturale (pluvieuse/sèche)

DISPONIBILITÉ D'EAU	PÉRIODE	MOMENT DE PLANTATION
SANS IRRIGATION	Saison pluvieuse	Début de la saison
	Saison sèche	Fin de la saison
AVEC IRRIGATION	—	Toute l'année

Source : Souza, et Reinhardt, 2007

Les rejets plantés dans des périodes de fortes pluies sont souvent sujette à la pourriture du cœur et des racines (Belew *et al.*, 2022).

PÉRIODES DE PLANTATION EN FONCTION DES DIFFÉRENTS TYPES DE REJETS

La période de plantation de tous les matériaux de plantation disponibles peut être étendue à l'année entière lorsque le paillage, l'irrigation et les filets d'ombrage sont disponibles (Uriza-Ávila *et al.*, 2018).

- **Couronnes** : la période de plantation peut s'étendre sur toute l'année.
- **Bulbilles** : ils peuvent être plantés tout au long de l'année s'ils sont irrigués. Ils sont le plus souvent utilisés lorsqu'il s'agit d'éviter une floraison prématurée, car ils sont moins sensibles que les cayeux.
- **Cayeux** : les indications sont similaires à celles du type précédent, mais en tenant compte du fait qu'ils sont plus vigoureux dans leur taux de croissance et plus sensibles à la floraison prématurée.

6.2. PRÉPARATION DES REJETS

6.2.1. QUALITÉ DES REJETS

Il est nécessaire de s'assurer que les rejets sont exempts de parasites, de maladies et de graines d'adventices indésirables avant la plantation (Figure 31). Il convient donc de procéder à des échantillonnages phytosanitaires et nutritionnels fréquents, depuis le moment où les rejets germent sur les plantes mères jusqu'à peu de temps avant la récolte, afin de déterminer le traitement à appliquer pour les maintenir exempts de ces parasites et les considérer comme du matériel sain (Uriza-Ávila *et al.*, 2018).



Figure 31 — Plant infesté par une colonie de cochenilles (a); Plant sain d'ananas (b)

6.2.2. CALIBRAGE

Le calibrage consiste à classer les rejets en groupes homogènes selon leur taille, leur poids et leur grosseur. Les rejets d'une même source et de taille uniforme sont plantés sur la même parcelle afin de s'assurer d'une uniformité des plantes au moment de l'induction florale (Figure 32). Cette uniformité garantit un développement des fruits de taille constante et une maturation homogène des fruits (Py *et al.*, 1984; Paull *et al.*, 2016). Cela permet également d'éviter que les gros rejets étouffent les petits en se développant, de faciliter les divers traitements ultérieurs, et d'obtenir une croissance puis une récolte homogène. Des rejets plus légers rallongent le cycle. En revanche, les plus gros accroissent les risques de floraisons naturelles (non contrôlées) à certaines

époques de l'année. Les gros rejets ont une tendance à la fructification précoce étant plus matures physiologiquement et c'est particulièrement le cas lorsque le poids du rejet dépasse 600 g (Paull *et al.*, 2016).

Au cours du tri, le poids (en gramme) est vérifié à l'aide d'un peson et quatre classes de poids sont souvent constituées : 500 à 600 g ; 400 à 500 g ; 300 à 400 g et 200 à 300 g



Figure 32 — Sélection des rejets de bonne qualité
Source : https://www.chfusa.com/pineapples_process.htm

6.2.3. PARAGE

Le parage consiste à supprimer les petites feuilles, les feuilles mortes ou desséchées à la base du rejet pour mettre à jour les yeux à partir desquels se développent les nouvelles racines. Ces feuilles doivent être enlevées, afin que les racines des rejets situées en dessous n'aient pas de difficultés à entrer en contact direct avec le sol et puissent ainsi s'activer et se développer le plus rapidement possible (Figure 33). Lorsque les feuilles basales sèches sont très abondantes et ne sont pas enlevées avant la plantation des rejets, elles forment une barrière, où les racines sont piégées à l'intérieur, de sorte qu'elles ne peuvent pas entrer immédiatement et complètement en contact avec le sol, ni se développer et remplir leur fonction d'alimentation de la plante. Cette opération accélère l'émission racinaire après la mise en terre du rejet. La base des rejets doit être légèrement sécher avant la mise en terre pour éviter les pourritures provoquées par les champignons du genre *Ceratocystis* en saison des pluies (Uriza-Ávila *et al.*, 2018 ; COLEAD, 2020).



Figure 33 — Plant non paré (a) ; Plant paré (b)
Source : CIRAD, 2018

6.2.4. TRAITEMENT DES REJETS

Le traitement des rejets est une opération qui consiste à désinfecter le matériel végétal dans une solution de fongicide + insecticide pour prévenir les attaques de divers insectes (cochenilles surtout) et les maladies à *Phytophthora*. Après le parage, des bottes sont constituées en fonction du calibre. Ensuite, ces bottes de rejets constitués sont trempées dans une bouillie insecticide fongicide (choisis selon la réglementation en vigueur dans chaque pays) (Figure 34). Enfin, les rejets traités sont disposés debout pendant 12 heures pour une bonne répartition du produit (Adabe *et al.*, 2016). Au cas où le trempage n'est pas effectué, il est important après plantation, et dans les jours qui suivent, de pulvériser séparément une solution d'insecticide et de fongicide sur les pieds afin de détruire les parasites (cochenilles, fourmis) encore présents sur ces plants.



Figure 34 — Mise en botte et séchage des rejets (a),
Trempe des rejets dans une solution fongicide- insecticide (b)
Source : Daouda *et al.*, 2015

6.2.4.1. TRAITEMENT BIOLOGIQUE DES REJETS

Les producteurs d’ananas biologique trempent les rejets dans les extraits aqueux des graines de neem et de feuilles de papaye pour prévenir l’apparition des maladies. Ces extraits sont utilisés également contre les pourritures à phytophthora (Sessou *et al.*, 2022). L’utilisation efficace des extraits aqueux à base de graines de neem et de feuilles de papaye pour traiter les rejets d’ananas favorise leur croissance et leur santé avant la plantation.

PRÉPARATION DES EXTRAITS AQUEUX

- Pour les graines de neem séchées : commencez par écraser les graines de neem, ensuite faire macérer cette poudre dans de l’eau pendant environ 24 heures. Après cela, filtrez le mélange pour obtenir un extrait aqueux prêt à être utilisé.
- Pour les feuilles de papayer fraîches : pilez les feuilles de papaye et faire macérer dans de l’eau pendant environ 24 heures. Ensuite, filtrez le mélange pour obtenir l’extrait aqueux.

MÉTHODE D’APPLICATION SUR LES REJETS D’ANANAS

- Trempez les rejets d’ananas dans les extraits aqueux préparés.

6.3. DENSITÉ DE PLANTATION

La densité de plantation a une incidence directe sur le poids moyen des fruits, et son choix dépend des objectifs de production, des variétés, du climat, de la disponibilité de l'eau et du niveau de maîtrise technique du producteur (Py *et al.*, 1984). Les plantes doivent être plantées en quinconce, ce qui permet une meilleure répartition des racines dans le sol, une absorption plus efficace de l'énergie solaire et une moindre concurrence avec les mauvaises herbes, en particulier à des densités moyennes et élevées. Les lignes doivent être disposées et semées de manière équidistante, sinon le travail du sol et les applications, en particulier mécanisées, sont rendus plus difficiles (Uriza-Ávila *et al.*, 2018). Les densités peuvent se situer dans une fourchette de 50 000 – 70 000 plants / ha (PIP/COLEAD, 2015). Dans les pays, où l'on cultive la variété « Cayenne Lisse » ou ses hybrides, les densités peuvent atteindre 86 000 pieds/ha (Hepton, 2003).

6.3.1. DISPOSITION EN LIGNES SIMPLES

La disposition en ligne simple sur billon ou sur une plate-bande se pratique généralement dans le cas d'une culture traditionnelle et le plus souvent en association avec d'autres cultures vivrières produites dans la localité (Adabe *et al.*, 2016). L'espacement entre les plantes d'une rangée ne doit pas être inférieur à 20 cm pour les cultivars à petits fruits et à 25 cm pour les cultivars à gros fruits (Figure 35) (Paull et Duarte, 2011 ; Paull *et al.*, 2016). Le tableau 5 présente les densités de plantation en ligne simples des variétés de Cayenne lisse et de Pain de sucre.

Tableau 5 — Quelques densités de plantation utilisées en lignes simples

VARIÉTÉS	ECARTEMENTS (cm)	DENSITÉS (PLANTS/ha)	RÉFÉRENCES
CAYENNE LISSE	100 cm x 100 cm	10 000 plants/ ha	(Adabe <i>et al.</i> , 2016)
PAIN DE SUCRE	90 cm x 25 cm	45 000 plants/ ha	(COLEAD, 2020)

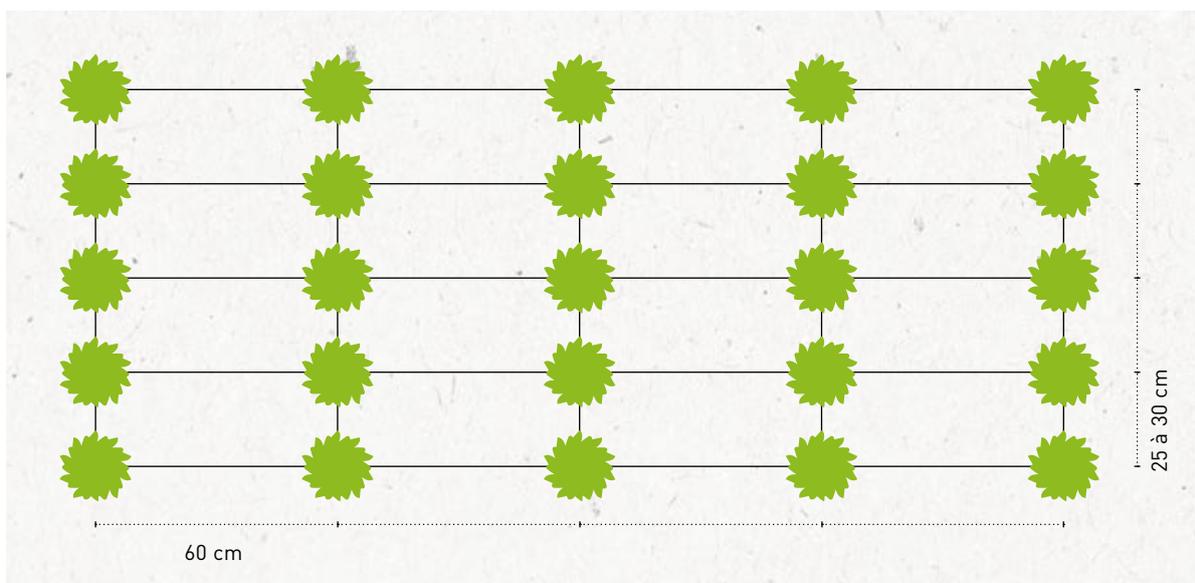


Figure 35 — Plantation en lignes simples

6.3.2. DIPOSITION EN LIGNES DOUBLE OU JUMELÉES

La plantation en ligne jumelées facilite le désherbage et permet pour des densités élevées d'assurer un espace identique à chacun des plants, ce qui se traduit par une meilleure homogénéité des fruits à la récolte (Py *et al.*, 1984). Les plants sont disposés en quinconce suivant des écartements variables (Figure 36). Dans la plupart des plantations commerciales, un système à deux rangs a été largement adopté. L'espacement entre deux billons est d'environ 90 à 120 cm (Paull *et Duarte*, 2011 ; Paull *et al.*, 2016).

Tableau 6 — Quelques densités couramment utilisées en lignes double ou jumelées

VARIÉTÉS	ECARTEMENTS (cm)	DENSITÉS (PLANTS/ha)
CAYENNE LISSE	90 x 40 x 25 Entre deux billons : 90 cm Entre les lignes sur le billon : 40 cm Sur la ligne entre deux plants : 25 cm	61 500
	90 x 30 x 25 Entre deux billons : 90 cm Entre les lignes sur le billon : 30 cm Sur la ligne entre deux plants : 25 cm	66 800
	90 x 40 x 28 Entre deux billons : 90 cm Entre les lignes sur le billon : 40 cm Sur la ligne entre deux plants : 28 cm	55 000
	90 x 40 x 40 Entre deux billons : 90 cm Entre les lignes sur le billon : 40 cm Sur la ligne entre deux plants : 40 cm	45 000
PAIN DE SUCRE	90 x 40 x 33 Entre deux billons : 90 cm Entre les lignes sur le billon : 40 cm Sur la ligne entre deux plants : 33 cm	45 000

Source : Adabe *et al.*, 2016 ; COLEAD, 2020



Figure 36 — Disposition en lignes double ou jumelées
<https://www.google.fr/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fwww.asiafarming.com%2Fwp-content%2Fuploads%2F2016%2F09%2FPineapple-Plantation>

6.3.3. PLANTATION À RANGÉE MULTIPLES

Il est possible si la planche est large et le sol bien drainant de planter 3 voire 4 rangées par planche (Figure 37). Les plantations en rangées à trois lignes sont utilisées essentiellement dans le cas de l'emploi d'un film de polyéthylène ; sa présence simplifie le désherbage qu'une plantation à trois lignes tend à rendre plus difficile (Py *et al.*, 1984). Plus la densité est élevée, plus les phénomènes de concurrence s'accroissent ainsi que l'hétérogénéité de croissance des plants sur les parcelles (Py *et al.*, 1984); (PIP, 2015).



Figure 37 — Disposition en trois lignes

https://www.freshplaza.com/remote/https/agfstorage.blob.core.windows.net/misc/FP_es/2021/12/21/front11.jpg?preset=ContentFullSmall

6.4. MISE EN TERRE DES REJETS

C'est une opération primordiale qui permet le bon démarrage et le développement homogène des plants. Elle doit permettre un bon contact du sol avec le rejet en évitant la formation d'une paroi lisse qui perturberait l'émission racinaire et favoriserait l'accumulation d'eau et les risques de pourriture (PIP/COLEAD, 2015 ; CIRAD, 2018 ; COLEAD, 2020).

Ainsi, il est conseillé de :

- réaliser un piquetage préalable avant plantation des rejets afin d'assurer une disposition régulière des plants lors de la mise en terre correspondante à la densité choisie. Sur un terrain perméable à faible pente, piqueter les lignes perpendiculairement à la plus grande pente. Sur terrain lourd à forte pente, piqueter suivant les courbes de niveau ;
- respecter la distance de plantation, par l'utilisation d'un cordeau marqué tous les 25 ou 30 cm selon la distance prévue entre plants ;
- planter à une profondeur ne dépassant pas 8 à 10 cm (en fonction de la taille du rejet) de façon à éviter des pourritures et « l'ensablement du cœur » des plants ;
- planter le rejet droit, dans un sol légèrement humide, sans effectuer de rotation qui pourrait endommager la partie terminale et occasionner, un retard de la croissance, voire induire une pourriture ou la mort du plant ;
- éviter d'introduire le sol dans le cœur du plant, ce qui entraînerait un risque de pourriture et de retard de croissance ;
- reboucher le trou, puis tasser légèrement la terre de façon à assurer un bon contact entre la tige et le sol. Un rejet bien planté doit résister à l'arrachement lorsqu'on tire sur la feuille (Figure 38a).

Enfin, un remplacement pourra être effectué lorsque des plants ne démarrent pas en même temps que les autres. On replantera un plant un peu plus gros afin qu'il ne soit pas handicapé par un retard de croissance. Par exemple, si on a planté des plants de 300g, on fera un remplacement avec des plants de 400g. Passé un délai de 2 mois, le remplacement sera inutile car les nouveaux plants ne rattraperont jamais leur retard.

Pour les rejets ayant des feuilles excessivement longues qui ne font qu'entraver leur transport et manipulation, une approche consistera à couper le feuillage excédentaire à l'aide d'un couteau/machette très aiguisé, sans toutefois compromettre la zone foliaire active ou le méristème apical (bourgeon) (Figure 38b). Cette opération est effectuée après une sélection rigoureuse et un tri par taille/poids (Uriza-Ávila *et al.*, 2018). Essayer de faire correspondre des rejets de poids/taille différents en les taillants exactement de la même manière est contre-productif à la fin du cycle, car cela entraîne une grande disparité dans la taille des fruits au moment de la récolte (Uriza-Ávila *et al.*, 2018).



Figure 38 — Mise en terre des rejets d’ananas (a), Mise en terre des rejets avec feuillage coupée (b)

https://www.chfusa.com/pineapples_process.htm

<https://wikifarmer.com/fr/plantation-de-lananas-densite-des-plants-dananas>

ERREURS À ÉVITER LORS DE LA PLANTATION DES REJETS

- Lors de la mise en terre des rejets, les erreurs ci-après sont à éviter :
- Ne pas trop enfoncer les rejets ;
- Éviter de planter quand il pleut ;
- Éviter de planter lorsque l’ensoleillement est fort ;
- Éviter de planter lorsque les vents sont violents ;
- Ne jamais faire des rotations des rejets lors de la mise en terre ;
- Respecter les distances de plantation ;
- Respecter le dispositif de plantation ainsi que les densités de plantation.



PLANTATION

PÉRIODE DE PLANTATION

- Sans irrigation : à la fin de la saison sèche et au début de la saison des pluies
- Irrigation : toute l'année.

PRÉPARATION DES REJETS

- Qualité : exempts de parasites, de maladies et de graines d'adventices indésirables avant la plantation
- Calibrage : classer en groupes homogènes selon la taille, le poids et la grosseur.
- Parage : supprimer les petites feuilles, les feuilles mortes ou desséchées à la base du rejet.
- Traitement des rejets : séchage, mise en botte, trempage dans une solution insecticide fongicide.

DENSITÉ DE PLANTATION

Dépend des objectifs de production, des variétés, du climat et du niveau de maîtrise technique du producteur.

- La plantation doit être effectuée en quinconce
- Disposition de la plantation : dispositif en lignes simples, dispositif en lignes jumelées ou en rangée multiples.

MISE EN TERRE DES REJETS

- Piquetage : assure une disposition régulière des plants lors de la mise en terre correspondante à la densité choisie.
- Profondeur de 8 à 10 cm dans le sol (en fonction de la taille du rejet) de façon à éviter des pourritures et « l'ensablement du cœur » des plants.





GESTION DE L'EAU

Les besoins en eau de la culture d'ananas sont liés au stade de croissance des plantes et aux conditions hydriques du sol, passant de 1,3 à 5,0 mm par jour (de Azevedo *et al.*, 2007). Les plants d'ananas nécessitent plus d'eau pendant la phase végétative (de Azevedo *et al.*, 2007); (Sossa *et al.*, 2020).

Un manque d'eau dans n'importe quel stade phénologique des plants d'ananas, entraîne une réduction de la production et de la qualité des fruits (de Azevedo *et al.*, 2007). Les premiers symptômes du déficit hydrique se développent lentement, les premiers signes visibles sont le flétrissement des feuilles inférieures suivi d'un changement de couleur des feuilles qui passent du vert foncé au vert pâle, puis au jaune et enfin au rouge. À un stade plus avancé, les bords des feuilles se recourbent vers le bas et les feuilles perdent leur turgescence (Py *et al.*, 1984; Carr, 2012).

En effet, l'ananas nécessite une précipitation mensuelle totale de 80–100 mm au minimum. Une irrigation complémentaire est alors essentielle lorsque les précipitations annuelles sont inférieures à 500 mm; ou lorsque durant trois mois consécutifs les précipitations mensuelles sont inférieures à 15 mm. Aussi, l'irrigation est indispensable lorsque des précipitations mensuelles sont inférieures à 25 mm durant quatre mois consécutifs ou 40 mm durant cinq mois consécutifs (Almeida *et al.*, 2002; Carr, 2012). De plus, l'évapotranspiration potentielle de l'ananas peut atteindre 4,6 mm/jour (Carr, 2012) et la capacité de rétention d'eau d'un sol dépasse rarement 100 mm, de sorte qu'en l'absence de pluies, les réserves d'eau seront épuisées en trois ou quatre semaines (Paull *et al.*, 2016).

Il faut aussi noter qu'une irrigation mal conduite peut avoir des conséquences néfastes (excès d'eau, lixiviation des éléments minéraux et des pesticides, structure du sol, discontinuité de l'alimentation hydrique) et agir sur la croissance et le rendement quantitatif et qualitatif (Py *et al.*, 1984).

7.1. IRRIGATION

7.1.1. IRRIGATION PAR ASPERSION

L'irrigation par aspersion au moyen de pulvérisateurs à rampe autopropulsés et de canons mobiles a des coûts d'investissement plus faibles et est couramment utilisée lorsque le besoin d'irrigation est intermittent (Carr, 2012; Paull *et al.*, 2016).

Le maintien d'une humidité suffisante à la base des plants (0 à 5 cm) est plus difficile en l'absence de polyéthylène et nécessite des irrigations fréquentes (une fois par semaine) et abondantes (3 à 4 mm /jour) (Py *et al.*, 1984).

Pour maintenir une humidité suffisante dans la zone prospectée par les racines, le polyéthylène réduit d'au moins 50% les quantités d'eau à apporter. Sur sol nu, la fréquence des apports doit être hebdomadaire. L'irrigation au stade de fructification est très rentable mais présente des dangers importants (sur la qualité du fruit) si elle est mal conduite. Si la réserve du sol a été bien maintenue, il est préférable d'arrêter l'irrigation 8 à 15 jours avant la récolte pour améliorer la «tenue» du fruit. Elle peut reprendre ensuite sur les mêmes bases pour assurer la croissance des rejets, si cela est nécessaire (Py *et al.*, 1984) (Tableau 7) (Figure 39).

Tableau 7 — Débit des asperseurs en fonction des caractéristiques du sol et de la pente du terrain (Py *et al.*, 1984)

SOL	PENTE FAIBLE À NULLE	PENTE SUPÉRIEURE À 5 %
ARGILEUX	5 à 6 mm /h	3 à 4 mm /h
SABLO-LIMONEUX	8 à 12 mm /h	6 à 8 mm /h
SABLEUX	15 à 18 mm /h	10 à 12 mm /h
TRÈS SABLEUX	20 à 30 mm /h	15 à 20 mm /h



Figure 39 — Irrigation par aspersion sous culture d’ananas
<https://web.facebook.com/200451883729478/posts/1054052608369397/>

7.1.2. IRRIGATION GOUTTE À GOUTTE

L'irrigation au goutte-à-goutte de l'ananas permet d'utiliser l'eau de la manière la plus efficace possible et contribue à réduire les problèmes de mauvaises herbes, car la surface mouillée du sol est réduite (Figure 40). L'irrigation goutte à goutte permet également d'appliquer des engrais et des nématicides sur le système racinaire après la plantation, avec une efficacité et une sécurité accrue, ce qui permet d'augmenter les rendements (Paull *et al.*, 2016); (Santos *et al.*, 2022). La technique du goutte à goutte est bien adaptée lorsque :

- le déficit hydrique est important,
- les disponibilités en eau sont limitées,
- le coût de l'eau est élevé,
- la rémunération de la main-d'œuvre est forte,
- la technicité de la plantation est élevée.

Elle nécessite des investissements importants: à raison d'un tuyau par rangée de plants, environ 8000 m sont nécessaires pour alimenter 55 à 60 000 plants à l'hectare (Py *et al.*, 1984).

À condition d'être suffisamment fréquente, cette technique est bonne pour entretenir la réserve en eau à proximité du système racinaire. Les billons doivent avoir une hauteur permettant d'éviter les inconvénients de l'excès d'eau (Py *et al.*, 1984).



Figure 40 — Systèmes d'irrigation goutte à goutte

<https://cameroon-food.over-blog.com/2015/12/saison-seche-saison-d-irrigation.html>

[https:// photos/pcb.127956142120443/127954105453980/?type=3&theater](https://photos/pcb.127956142120443/127954105453980/?type=3&theater)

N.B.

- L'irrigation par aspersion est déconseillée après le début de la floraison et l'ouverture des pétales, car elle favorise les maladies des fruits (Paull *et al.*, 2016) ; Carr, 2012). L'efficacité de l'irrigation des systèmes d'aspersion est inférieure à celle des systèmes goutte-à-goutte en raison des pertes par évaporation et de la tendance à favoriser les maladies foliaires (Midmore *et al.*, 2012).
- Une combinaison des deux peut être utilisée. Par exemple, au cours des premiers stades de développement des plantes, utiliser l'irrigation par aspersion peu après la plantation, car elle aide les plantes à bien s'établir dans le sol et permet un développement harmonieux des racines. Cependant, l'irrigation par aspersion n'est pas idéale pour arroser les plantes pendant l'induction florale et le stade de la fructification, car elle peut augmenter l'incidence des maladies des fruits. L'irrigation goutte à goutte, en revanche, peut être utilisée après le développement des racines. Il est crucial de compléter l'irrigation par un paillage organique ou plastique avec un film polyéthylène noir biodégradable, en particulier dans les zones où les sources d'eau sont limitées (Nadia Umi *et al.*, 2020).

L'irrigation donne un aspect brillant au fruit d'ananas. Les fruits récoltés en période pluvieuse se conservent moins bien (Py *et al.*, 1984).

7.2. EFFICIENCE ET PRODUCTIVITÉ DE L'EAU

Les ananas ont un métabolisme acide crassulacéen (CAM) qui facilite l'absorption du dioxyde de carbone la nuit, lorsque la demande d'évaporation et les gradients de température entre les feuilles et l'air sont plus faibles (Bartholomew *et al.*, 1994 ; Paull *et al.*, 2016). Il a un taux de transpiration allant de 0,3 à 0,5 mm par centimètre carré de feuille par heure (de Azevedo *et al.*, 2007). Les stomates des plantes CAM restent fermés pendant la majeure partie de la journée, de sorte qu'il y a peu de perte d'eau du couvert foliaire et d'évapotranspiration. L'évapotranspiration d'une culture d'ananas diminue au fur et à mesure que le couvert foliaire s'étend et ombrage le sol (Paull *et al.*, 2016).

Comme toutes les plantes CAM constitutives, l'ananas est une xérophyte tolérante à la sécheresse, dont l'anatomie des feuilles comprend un parenchyme de stockage de l'eau et un complexe de couches épidermiques et hypodermiques qui le rend résistant à la dessiccation (Paull *et al.*, 2016). Cela améliore considérablement son efficacité d'utilisation de l'eau dans des conditions sèches (Carr, 2012).

Les ananas bien arrosés ont une efficacité d'utilisation de l'eau (CO₂ fixé par unité d'eau perdue) jusqu'à trois fois supérieure à celle des plantes C₄ (par exemple, la canne à sucre), et au moins six fois supérieure à celle des plantes C₃ telles que le riz (Carr, 2012).

L'efficacité hydrique de l'ananas est très élevée : il faut 50 à 60 g d'eau pour l'élaboration d'un gramme de matière sèche au lieu de 200 g pour les plantes mésophytes (Py *et al.*, 1984).

7.3. QUELQUES TECHNIQUES POUR ÉCONOMISER L'EAU

LE TRAVAIL DU SOL

Le billonnage améliore les stocks d'eau et la longueur des racines durant les stades végétatif et de floraison contrairement au travail du sol à plat (Sossa *et al.*, 2020).

L'UTILISATION DU FILM DE POLYÉTHYLÈNE (BIODÉGRADABLE)

Limite les pertes d'eau du sol par évaporation, lorsque le taux de couverture par la plante est encore faible notamment au cours des premiers mois (de Azevedo *et al.*, 2007). À condition d'être posé sur un sol initialement humide, il maintient de bonnes conditions pour l'émission des premières racines. La reprise des rejets est plus rapide et plus homogène. Le film de polyéthylène diminue le gradient d'humidité en surface. Il diminue également les variations journalières de l'humidité ; la température et les pertes par rayonnement. Aussi, il protège la structure du sol et limite la lixiviation des éléments minéraux et des pesticides. Le milieu racinaire est plus constant à court et à moyen terme. Les racines ont un diamètre supérieur et sont plus riches en poils absorbants (Py *et al.*, 1984) (Figure 41).



Figure 41 — Paillage du sol par le film de polyéthylène biodégradable

PAILLAGE DU SOL AVEC LES RÉSIDUS DE RÉCOLTE

On peut également pailler le sol avec les résidus de récolte dans le but de limiter les pertes d'eau, et favoriser le maintien de l'humidité du sol durant la production de l'ananas (Figure 42a). L'enfouissement de 10 t/ha de résidus entraîne une augmentation des stocks d'eau dans le sol suivi d'un paillage superficiel des résidus à tous les stades phénologiques (Sossa *et al.*, 2020). Cette technique va donc consister dans un premier temps à extirper et éliminer les plants malades (nématode, wilt) et faire passer un Rotavator sur la parcelle de culture d'ananas après la récolte des rejets. Dans un second temps, laisser sécher les résidus à la surface du sol pendant 3 mois au-moins (une autre culture telle que celle du maïs pourrait être installée durant cette période). Et enfin labourer la parcelle et faire la plantation de l'ananas.

De même on peut également installer une culture de couverture sur la parcelle après la récolte de l'ananas et ensuite incorporer la biomasse verte dans le sol lors du labour avant de faire la plantation de l'ananas (figure 42b).



Figure 42 — Paillage du sol avec les résidus de récolte d'ananas (a), Installation de culture de couverture aussi communément appelée « engrais vert » (b)

PAILLAGE DES BILLONS AVEC LES RÉSIDUS DE RÉCOLTE TRAITÉS OU APPORT D'ENGRAIS ORGANIQUE

Une autre technique d'économie d'eau peut consister à installer des billons dans le sens perpendiculaire à la direction de la pente (la taille des billons dépendra de l'intensité de la pente) et pailler ces billons avec des résidus de récolte traités (au moins 20 t/ha) ou apporter un engrais organique (composts, fiente volaille ou fumier) avant toute opération de plantation de l'ananas (Figure 43).



Figure 43 — Billons paillé avec des résidus de récolte

N.B.

- Toujours traiter les résidus de récolte à restituer au sol (trilage, élimination des plants malades, broyage et séchage au soleil)
- Toujours orienter les billons dans le sens perpendiculaire à la direction de la pente sur les terrains érodés
- Toujours utiliser un film plastique de qualité et s'assurer de sa bonne mise en place
- Les techniques agronomiques (aménagement du terrain, gestion et préparation du sol, couverture du sol, irrigation, contrôle du parasitisme, etc) ont de ce fait une influence importante sur l'efficience de l'eau en permettant de préserver la meilleure activité racinaire par la gestion la mieux appropriée de l'eau du sol (Py *et al.*, 1984)



GESTION DE L'EAU

L'IRRIGATION NÉCESSITE L'UTILISATION D'UN PAILLAGE

- Irrigation par aspersion : déconseillée après le début de la floraison et l'ouverture des pétales, car elle favorise les maladies des fruits
- Irrigation goutte à goutte est plus économique en termes de gestion d'eau

EFFICIENCE ET PRODUCTIVITÉ DE L'EAU

- L'ananas a un métabolisme acide crassulacéen (CAM) qui lui permet d'améliorer considérablement son efficacité d'utilisation de l'eau dans des conditions sèches

TECHNIQUES D'ÉCONOMIE D'EAU

- Travail du sol (billonnage)
- Paillage du sol avec film de polyéthylène, résidus de récolte, engrais vert ; etc.



N°: 09
PLANTING: 28-12-17
Nb des Plants: 12 500
Variété: P.S



8

GESTION DE SOL ET DE FERTILISATION

8.1. GESTION INTÉGRÉE DE LA FERTILITÉ DES SOLS

La pression croissante sur les ressources en sol et en eau et l'épuisement des éléments nutritifs du sol ont remis en question l'évolution des stratégies et des approches de la gestion de la fertilité des sols et de la nutrition des plantes (Srivastava *et al.*, 2021). Ainsi, suivant l'idée du développement durable la gestion intégrée de la fertilité des sols apparaît ainsi comme un ensemble de pratiques de gestion de la fertilité du sol qui comporte une variété d'éléments combinés avec les connaissances sur la façon d'adapter des pratiques aux conditions locales, pour l'optimisation d'utilisation des nutriments appliqués et l'accroissement du rendement des cultures. Les composantes de gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS) sont diverses. Les plus développées dans la production d'ananas sont présentées dans le tableau 8. La mise en œuvre de la gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS) varie considérablement d'un agriculteur à l'autre (Figure 44 et 45). L'adoption d'un système de gestion des sols doit tenir compte du niveau de fertilité du sol après une analyse du sol, de la disponibilité de l'eau (en particulier si la plantation est irriguée ou non). Dans l'agriculture biologique, par exemple, la fertilité du sol mérite une attention particulière en raison de l'utilisation restreinte d'engrais chimiques.

Tableau 8 — Diverses composantes et pratiques de la gestion intégrée de la fertilité des sols sous culture d’ananas

COMPOSANTES	DIFFÉRENTES PRATIQUES DE GESTION INTÉGRÉE DE LA FERTILITÉ DES SOLS
CULTIVARS/ VARIÉTÉS	Culture de cultivars/variétés ayant la capacité de maintenir une production de qualité dans des conditions de pH du sol variables
TRAVAIL DU SOL	Labour mécanique
	Labour manuel
	Billonnage
PAILLAGE DU SOL	Utilisation des plantes de couverture (légumineuses) du sol
	Utilisation des films polyéthylènes
	Utilisation des résidus de récolte
ENGRAIS CHIMIQUES	L’adoption du principe des «4R» de l’utilisation efficace des engrais minéraux
	Application des engrais minéraux en microdoses
INTRANTS ORGANIQUES	Incorporation de différents types de déjections animales (litière de volaille ; bouse de vache ; etc)
	Incorporation des résidus de la culture précédente dans le sol
	Valorisation des résidus de récolte d’ananas par incorporation dans le sol
	Valorisation des déchets des unités de transformation d’ananas par incorporation dans le sol
	Application des divers composts
	Culture d’engrais verts (de préférence des légumineuses)
BIOFERTILISANTS	Application de biostimulants pour améliorer la croissance des plantes
	Inoculation avec des champignons mycorhiziens
	Inoculation avec des micro-organismes
	Ensemencement avec des bactéries fixatrices
SYSTÈME DE CULTURES	Association de la culture d’ananas avec des légumineuses
	Rotation de la culture d’ananas avec des légumineuses
	Jachère

Source: Srivastava and Ngullie (2009), Moshiri et al. (2019)



Figure 44 — Différentes pratiques de gestion intégrée de la fertilité des sols



Figure 45 — Différentes pratiques de gestion intégrée de la fertilité des sols

8.2. DIAGNOSTIC NUTRITIONNEL DES PLANTES

L'ananas est une culture très exigeante en nutriments, donc un apport de fertilisants minéraux et/ou organiques est nécessaire pour satisfaire les besoins de la plante pendant son cycle de croissance pour obtenir une productivité et une qualité de fruit élevées. Les principaux éléments nutritifs essentiels considérés comme limitants pour la culture d'ananas sont le N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu, B et Mo (Maia *et al.*, 2020). Pour identifier les éléments nutritifs qui sont déficients pour la culture, plusieurs méthodes sont utilisées. Elles comprennent l'analyse du sol, l'analyse foliaire, l'identification des symptômes de carence nutritive (Vásquez-Jiménez et Bartholomew, 2018). Les besoins nutritionnels varient en fonction des cultivars d'ananas et suivent généralement l'ordre d'absorption suivant : $K > N > Ca > Mg > S > P$ (Maia *et al.*, 2020). En ce qui concerne les micronutriments, l'ordre décroissant d'accumulation est le suivant : manganèse (Mn) > fer (Fe) > zinc (Zn) > bore (B) > cuivre (Cu) (Borges, 2021).

8.2.1. ANALYSE DU SOL

L'analyse du sol est essentielle à tout programme de fertilisation des cultures, car elle permet de déterminer les teneurs en macronutriments (azote, phosphore et potassium), en micronutriments (aluminium échangeable, calcium, magnésium, ect.) ainsi que le pH du sol. Les résultats qui en découlent permettent de calculer les quantités de fertilisants ou d'éléments nutritifs à appliquer au sol en temps utile pour effectuer les opérations de fertilisation et en particulier pour corriger l'acidité du sol. À cet effet, les échantillons de sol doivent représenter des parcelles uniformes, c'est à dire les parcelles ayant la même position topographique, la même couleur, la même texture, la même culture ou végétation précédente, la même fertilisation. Les échantillons de sol doivent être prélevés, selon les recommandations des laboratoires. Il est ainsi conseillé de prélever les échantillons en marchant en zigzag. Le matériel utilisé pour l'échantillonnage du sol est constitué de : la tarière, la pelle droite ou houe, seau en plastique et sac en plastique. Il est donc conseillé de prélever des échantillons simples en essayant de couvrir l'ensemble de la parcelle à une profondeur supérieure à 20 cm, parce que c'est la zone où la plupart des racines nourricières des cultures se trouvent. Le nombre à partir duquel l'erreur d'échantillonnage est fortement réduite est de 20 échantillons simples. Ces échantillons doivent être collectés dans un seau en plastique et à la fin de la collecte, homogénéisés pour créer un seul un échantillon composite d'au moins 1 kilogramme. Chaque échantillon composite doit ensuite être séché, stocké dans un sac en plastique, correctement étiqueté et envoyé à un laboratoire (Queiroga, 2023). À titre d'exemple, le tableau 9 renseigne sur le niveau optimal et le seuil critique des éléments nutritifs dans le sol nécessaire pour la culture d'ananas.

Tableau 9 — Niveaux optimaux et critiques en nutriments dans le sol pour la culture d’ananas

NUTRIMENTS	NIVEAU OPTIMAL DANS LE SOL	NIVEAU CRITIQUE DANS LE SOL	MÉTHODES UTILISÉES
	mg/kg		
N TOTAL	120	50	Méthode de Kjeldahl (Bremner 1965).
P TOTAL	20	5	Méthode de White and Black
K TOTAL	150	60	Méthode de Helmke et Sparks (1996)
Ca TOTAL	100	≥ 25	Méthode de Helmke et Sparks (1996)
Mg TOTAL	50	≥ 10	Méthode de Helmke et Sparks (1996)
Fe TOTAL	27 - 78	≥ 3,0	Méthode de Helmke et Sparks (1996)
Zn TOTAL	4	≥ 3,0	Méthode de Helmke et Sparks (1996)

Source : Yallanagouda, 2015; Vásquez-Jiménez et Bartholomew, 2018

8.2.2. ANALYSE FOLIAIRE

Il est pertinent de souligner que l’analyse foliaire n’implique pas d’exclure l’analyse du sol, ces méthodes analytiques étant des outils complémentaires.

Chez l’ananas, la feuille utilisée pour évaluer l’état nutritionnel de la plante est la feuille «D», qui est la plus jeune parmi les adultes et physiologiquement actives (Siebeneichler *et al.*, 2002; Souza et Reinhardt, 2007) (Figure 46a). Le prélèvement de cette feuille ne doit pas être réalisé à moins d’une semaine après un apport d’engrais. Pour les analyses, soit le tiers central de la partie non chlorophyllienne (blanche) de la zone basale ou la feuille entière peut être utilisée (Souza et Reinhardt, 2007; Vásquez-Jiménez et Bartholomew, 2018) (Figure 46b-c). Les résultats de l’analyse des feuilles sont généralement interprétés en comparant les données réelles avec des valeurs critiques ou des intervalles de suffisance préalablement établis (Arrobas *et al.*, 2014) dans chaque région ou pays. Le tableau 10, présente les valeurs de référence en feuilles D de chaque région selon les variétés cultivées.



Figure 46 — Identification de la feuille D sur un plant d'ananas
Source : Saavedra *et al.*, 2022

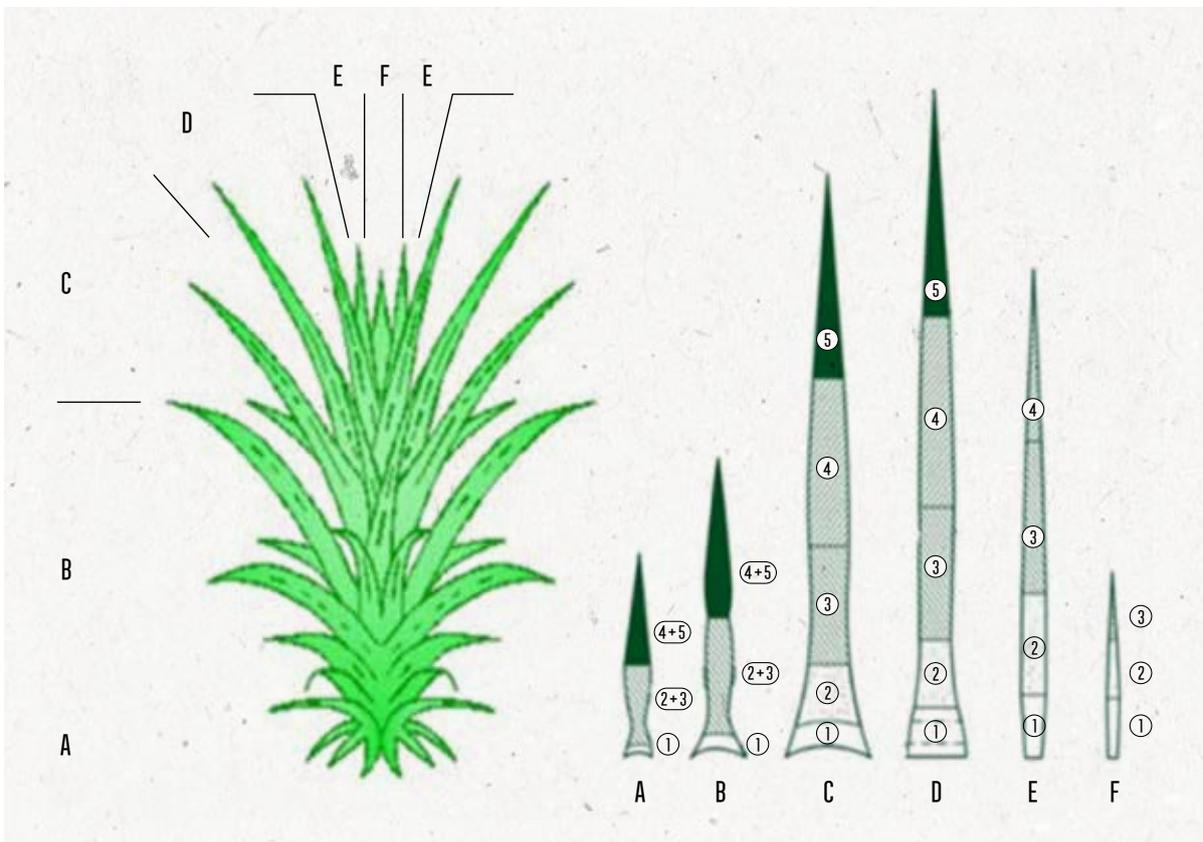


Figure 47 — Catégories de feuilles d'ananas avec leurs différentes sections
Source : Vásquez-Jiménez et Bartholomew, 2018

Tableau 10 — Concentrations adéquates de nutriments dans la feuille « D » de l'ananas

NUTRIMENTS	NORMES OPTIMALES		
	MEXIQUE	AUSTRALIE	COSTA RICA
	(MD-2)	(CAYENNE-LISSE)	(MD-2)
MACRO- NUTRIMENTS	g/kg DE MATIÈRE SÈCHE		
N	0,14 – 0,18	-	0,15 – 0,18
P	0,012 – 0,02	0,014 – 0,035	0,02
K	0,30 – 0,45	0,43 – 0,64	0,27 – 0,30
Ca	0,04 – 0,06	0,022 – 0,04	0,025 – 0,03
Mg	0,025 – 0,05	0,041 – 0,057	0,025 – 0,03
S	-	-	0,013 – 0,015
MICRO- NUTRIMENTS	mg/kg		
Fe	200 – 300	80 - 150	100 - 200
Mn	130 – 170	150 - 400	75 - 100
Zn	20 – 30	15 – 70	30 - 35
Cu	8 – 15	10 - 50	10 - 15
B	15 - 30	-	35 - 40
RÉFÉRENCES	(Rebolledo, 2002)	(Sanewski, 2022)	(Sanewski, 2022)

8.2.3. SYMPTÔMES DE CARENCE NUTRITIONNELLE DES PLANTES

Des carences en éléments nutritifs essentiels, tels que l'azote, le phosphore, le potassium, le calcium et le magnésium, peuvent apparaître dans les plantations d'ananas si l'absorption des éléments nutritifs par la culture et les pertes par lessivage ne sont pas compensées. À l'inverse, les carences en soufre, fer, zinc, bore, cuivre, manganèse, molybdène et chlore sont plus fréquentes dans certaines régions. En raison de la présence de soufre dans les divers engrais utilisés dans la culture de l'ananas, il est très peu probable que l'ananas souffre de carences en ce nutriment. En outre, lorsque les plants d'ananas reçoivent des doses adéquates de nutriments, en particulier de l'azote, on n'observe pas de carence en molybdène. Les symptômes visibles sur les feuilles des plantes peuvent fournir une indication de grave carence nutritionnelle. L'ananas, comme de nombreuses autres cultures, présente des symptômes évidents de déficiences en nutriments sur les feuilles (Fairhurst, 2015) (Tableau 11).

Tableau 11 — Description de quelques symptômes de déficience des nutriments chez la plante d'ananas

NUTRIMENTS	SYMPTÔMES D'UNE DÉFICIENCE
AZOTE (N)	<ul style="list-style-type: none"> — Les plantes ont un feuillage jaune verdâtre ou jaune ; — Les feuilles inférieures sont plus claires que les supérieures ; — Chute de feuilles modérées ; — Faible formation des tiges ; — La plante est chétive ; — Les fruits sont petits avec de petite couronne.

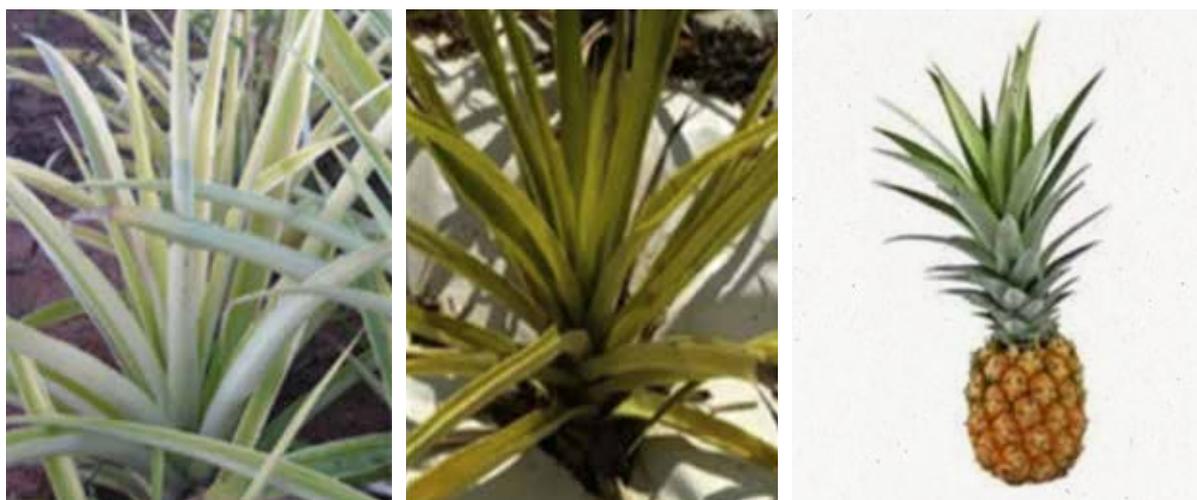


Figure 48 — Symptômes de carence en azote
Sources : Ramos *et al.*, 2006 et Yallanagouda, 2015

PHOSPHORE (P)	<ul style="list-style-type: none"> — Les bords des feuilles jaunissent à partir de l'extrémité ; — Les feuilles ont une coloration vert-bleuâtre foncée ; — Les extrémités des feuilles ont une coloration rouge-brunâtre et les stries transversales brunes ; — Les fruits sont petits et de couleur rougeâtre.
---------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

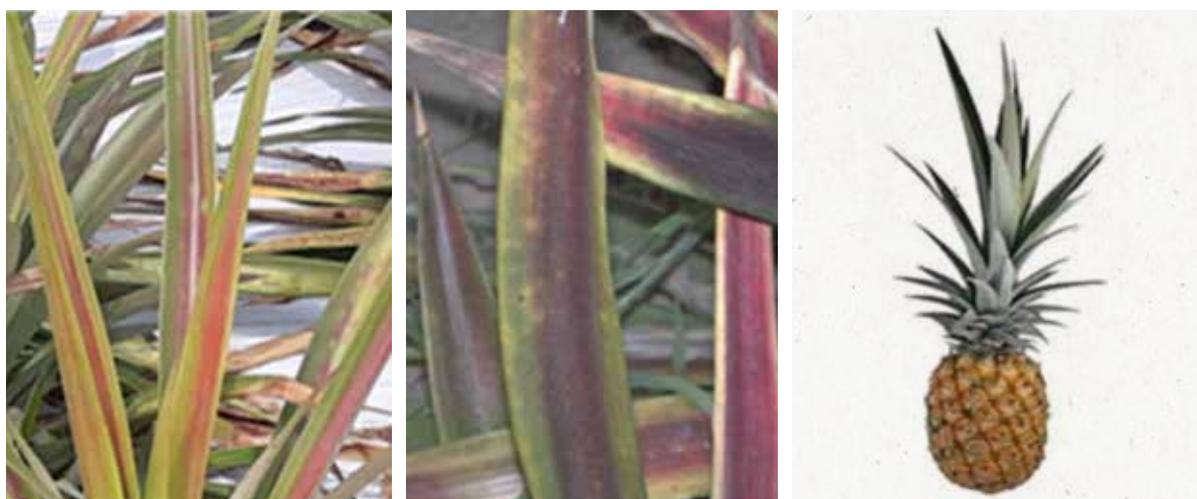


Figure 49 — Symptômes de carence en phosphore
Source : Yallanagouda, 2015

NUTRIMENTS	SYMPTÔMES D'UNE DÉFICIENCE
POTASSIUM (K)	<ul style="list-style-type: none"> — Les feuilles présentent de petites taches jaunes ; — Les feuilles inférieures sont marbrées ; — Jaunissement progressive des bords des feuilles vers le centre ; — Les pédoncules ont un faible diamètre. — Le fruit est petit, peu acide et sans arôme.

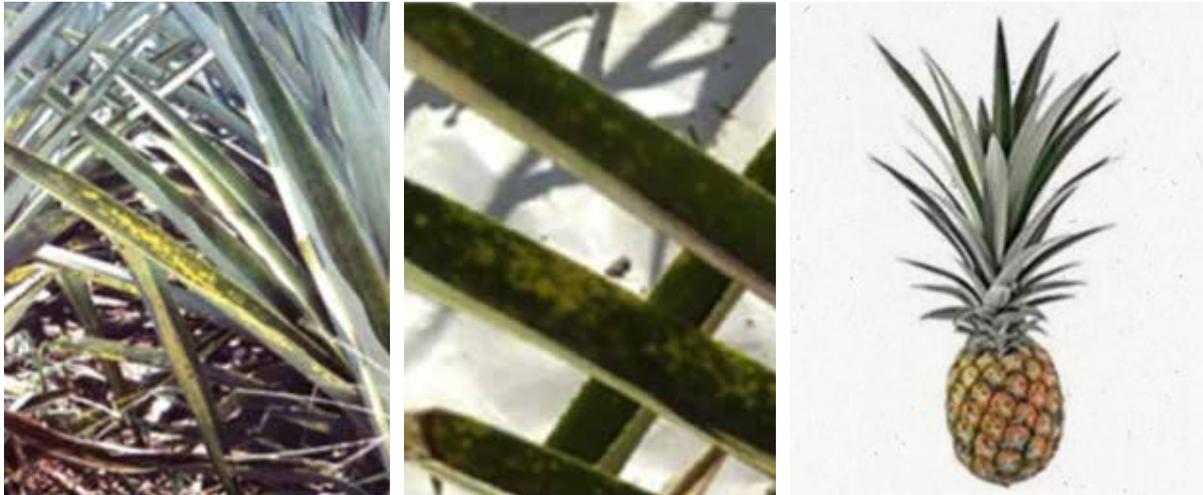


Figure 50 — Symptômes de carence en potassium
Sources : Vásquez-Jiménez et Bartholomew, 2018

CALCIUM (Ca)	<ul style="list-style-type: none"> — Les feuilles sont très petites, courtes, étroites et cassantes ; — L'extrémité des jeunes feuilles meurt ; — L'extrémité des feuilles est en forme de crochet. — Malformation des fruits et un nombre élevé de couronnes
--------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Figure 51 — Symptômes de carence en calcium
Source : <https://polysulphate.com/global-en/deficiency-symptoms-gallery/>
Photo : Alveiro Salamanque

NUTRIMENTS	SYMPTÔMES D'UNE DÉFICIENCE
MAGNÉSIUM (Mg)	<ul style="list-style-type: none"> — Les vieilles feuilles ont un limbe jaune vif ; — Les feuilles inférieures sont jaunes entre les nervures (les nervures restent vertes) ; — Les bords des feuilles s'enroulent vers le haut ou vers le bas ou les feuilles se plissent.

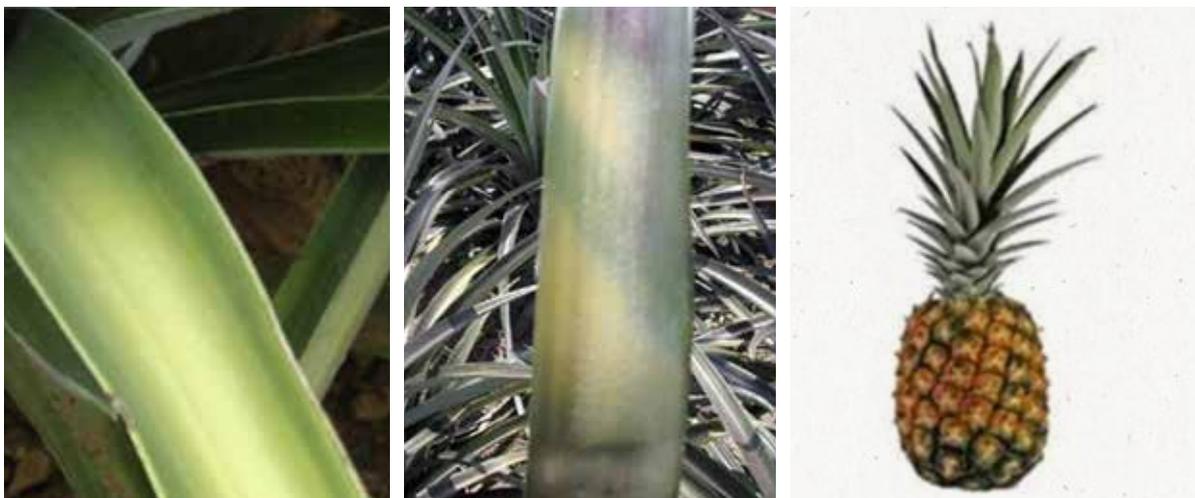


Figure 52 — Symptômes de carence en magnésium
Source : Yallanagouda, 2015

SOUFRE (S)	<ul style="list-style-type: none"> — Les feuilles sont jaune pâle ou vert jaunâtre ; — Les feuilles plus anciennes ont des bordures rouges rosés ; — Les feuilles supérieures sont vert clair ; — Les nervures des feuilles sont plus claires que les zones environnantes ; — Les fruits sont très petits.
------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Figure 53 — Symptômes de carence en soufre
Source : Souza et Reinhardt, 2007

NUTRIMENTS	SYMPTÔMES D'UNE DÉFICIENCE
FER (Fe)	<ul style="list-style-type: none"> — Développement de la chlorose sur les jeunes feuilles ; — Les nouvelles feuilles supérieures jaunissent entre les nervures vertes ; — Les vieilles feuilles sont sèches ; — Le fruit est rouge avec une couronne chlorotique.



Figure 54 — Symptômes de carence en fer
Source : Souza et Reinhardt, 2007 ; Yallanagouda, 2015

MANGANÈSE (Mn)	<ul style="list-style-type: none"> — Les feuilles endommagées sont marbrées avec des zones vert clair ou plus foncé. — La pointe de la pousse reste vivante ; — Les nouvelles feuilles supérieures présentent des taches mortes en surface ; — La feuille peut paraître en filet à cause des petites nervures qui restent vertes. — Les carences en soufre et en manganèse chez les ananas sont assez rares.
ZINC (Zn)	<ul style="list-style-type: none"> — Les jeunes feuilles sont rigides, craquelées et parfois courbées ; — Les surfaces des feuilles plus âgées présentent des taches brun jaunâtre de la taille d'une tête d'épingle qui se regroupent pour former des tâches.



Figure 55 — Symptôme de carence en zinc
Source : Vásquez-Jiménez et Bartholomew, 2018

NUTRIMENTS	SYMPTÔMES D'UNE DÉFICIENCE
CUIVRE (Cu)	<ul style="list-style-type: none"> — Les extrémités des feuilles sont incurvées vers le bas ; — Les vieilles feuilles ont une coloration rouge pourpre au niveau de la pliure.



Figure 56 — Symptômes de carence en cuivre
Source : Souza et Reinhardt, 2007

BORE (B)	<ul style="list-style-type: none"> — Les fruits présentent des couronnes multiples ; — Formation d'un tissu mort subérisé entre les fructifications ; — Chlorose des jeunes feuilles avec rougissement des bordures mortes à l'apex ; — Les tiges et les pétioles sont cassants.
----------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Figure 57 — Symptômes de carence en Bore
Sources : Vásquez-Jiménez et Bartholomew, 2018 ; Cunha *et al.*, 2021

8.3. PROGRAMME DE FERTILISATION

En raison des variations de la demande nutritionnelle entre les cultivars (Tableau 12), les programmes en matière de fertilisation pour l’ananas doivent être basés sur les résultats d’analyses chimiques du sol et/ou de la plante (analyses foliaires) (Maia *et al.*, 2020 ; Borges, 2021). Outre les besoins nutritionnels de l’ananas et du niveau de disponibilité des nutriments dans le sol, il est important de tenir compte d’autres facteurs tels que la disponibilité locale en fertilisant, du niveau technologique adopté dans l’exploitation, de la destination de la production et du rendement économique (rapport bénéfice/coût de la fertilisation) pour formuler un programme approprié en matière de fertilisation d’une région ou d’un pays à l’autre (Py *et al.*, 1984 ; Maia *et al.*, 2020).

Tableau 12 — Un exemple de quantité totale d’éléments à apporter par cycle de production d’ananas (g/plant)

NUTRIMENTS	VARIÉTÉS				
	MD-2	MD-2	MD-2	PÉROLA	CAYENNE LISSE
N	8,00 - 10,67	8,00 - 18,00	5 - 6	6,00 - 10,00	4,00
P ₂ O ₅	2,00 - 4,00	3,00 - 6,00	1 - 2	1,00 - 4,00	1,00 - 2,00
K ₂ O	8,00 - 13,33	8,00 - 18,00	12,5 - 15	4,00 - 15,00	8,00 - 10,00
S	0,67 - 1,33	-	-	-	-
CaO	0,80 - 2,00	-	-	-	-
MgO	1,33 - 2,00	2,00 - 4,00	2 - 3	-	2,00 - 3,00
B	0,07	-	-	-	-
Zn	0,07	-	-	-	-
Fe	0,11	-	-	-	-
PAYS/ RÉGIONS	Costa-Rica	Mexique	Côte d’Ivoire	Brazil	Europe
RÉFÉRENCES	(Tessenderlo, 2020)	(Uriza- Ávila <i>et al.</i> , 2018b)	(Koné, 2015)	(Souza <i>et</i> Reinhardt, 2007)	(PIP, 2011)

Tableau 13 — Recommandations d’engrais pour l’ananas non irrigué, sur la base des résultats d’analyse du sol

TENEURS EN NUTRIMENTS DANS LE SOL	APPORT D’ENGRAIS RECOMMANDÉ À LA PLANTATION	APPORT D’ENGRAIS RECOMMANDÉ À LA PLANTATION APRÈS LA PLANTATION		
		1 ^{ER} ET 2 ^{ÈME} MOIS	5 ^{ÈME} ET 6 ^{ÈME} MOIS	8 ^{ÈME} ET 10 ^{ÈME} MOIS
N (kg/ha)				
N MINÉRAL OU ORGANIQUE	-	75	110	125
P₂O₅ (kg/ha)				
P DANS LE SOL (MEHLICH)/ (mg/dm ³)				
0 - 5	90	-	-	-
6 - 10	70	-	-	-
11 - 15	40	-	-	-
K₂O (kg/ha)				
K DANS LE SOL (cmol/dm ³)				
0 - 0,07	-	110	165	190
0,08 - 0,15	-	75	110	125
0,16 - 0,23	-	60	80	95
0,24 - 0,31	-	40	55	60

Source : Souza (2000)

Tableau 14 — Recommandations d’engrais pour l’ananas irrigué dans les régions semi-arides, sur la base des résultats d’analyse du sol

TENEURS EN NUTRIMENTS DANS LE SOL	APPORT D’ENGRAIS RECOMMANDÉ À LA PLANTATION APRÈS LA PLANTATION			
	1 ^{ER} ET 2 ^{ÈME} MOIS	4 ^{ÈME} ET 5 ^{ÈME} MOIS	6 ^{ÈME} ET 7 ^{ÈME} MOIS	8 ^{ÈME} ET 9 ^{ÈME} MOIS
N (kg/ha)				
N MINÉRAL OU ORGANIQUE	60	80	90	90
P₂O₅ (kg/ha)				
P DANS LE SOL (MEHLICH)/ (mg/dm³)				
0 - 5	120	-	-	-
6 - 10	80	-	-	-
11 - 15	40	-	-	-
K₂O (kg/ha)				
K DANS LE SOL (cmol/dm³)				
0 - 0,07	90	12	135	135
0,08 - 0,15	75	100	110	115
0,16 - 0,23	60	80	90	90
0,24 - 0,31	45	60	65	70

Source : Souza et al. (2001)

Tableau 15 — Recommandations d’engrais pour l’ananas en conditions pluviales sur la base des résultats d’analyse du sol

TENEURS EN NUTRIMENTS DANS LE SOL	APPORT D’ENGRAIS RECOMMANDÉ À LA PLANTATION APRÈS LA PLANTATION				
	DEUX APPLICATIONS		TROIS APPLICATIONS		
N (kg/ha)					
N MINÉRAL OU ORGANIQUE	85	125	60	70	80
P₂O₅ (kg/ha)					
P DANS LE SOL (MEHLICH)/ (mg/dm³)					
0 - 5	50	-	50	-	-
6 - 10	40	-	40	-	-
11 - 15	30	-	30	-	-
K₂O (kg/ha)					
K DANS LE SOL (cmol/dm³)					
0 - 0,07	105	155	75	85	100
0,08 - 0,15	85	125	60	70	80
0,16 - 0,23	60	95	45	50	60
0,24 - 0,31	40	65	30	35	40

Source: Matos *et al.* (2011)

Tableau 16 — Recommandations de fertilisation de l’ananas suivant le rendement escompté et tenant compte des teneurs en P et K du sol

TENEURS EN NUTRIMENTS DANS LE SOL	RENDEMENT ATTENDU (T/ha)		
	< 30	30 - 40	> 40
N (kg/ha)			
N MINÉRAL OU ORGANIQUE	80	100	120
P₂O₅ (kg/ha)			
P DANS LE SOL (MEHLICH)/ (mg/dm³)			
0 - 10	40	60	80
11 - 20	20	40	60
21 - 30	10	20	40
K₂O (kg/ha)			
K ÉCHANGEABLE (mg/dm³)			
0 - 40	200	260	320
41 - 70	140	200	260
71 - 106	100	140	200

Source: Rodrigues et Veloso (2010)

Tableau 17 — Recommandations des doses d’oligo-éléments ou micronutriments pour l’ananas

MICRONUTRIMENTS	DOSE RECOMMANDÉE (kg/ha)	SOURCES DE FERTILISANTS
ZINC (Zn)	1 - 6	Sulfate de zinc 7H ₂ O (20% Zn)
CUIVRE (Cu)	1 - 10	Sulfate de cuivre 5H ₂ O (13% de Cu)
		Oxychlorure de cuivre (35% - 50% de Cu*)
BORE (B)	0,3 - 2	Borax 10 H ₂ O (11% de B)
FER (Fe)	1 - 10	Sulfate ferreux 7 H ₂ O (20% de Fe)
MANGANÈSE (Mn)	1 - 2,5	Sulfate de manganèse 4 H ₂ O (25% de Mn)

Source: Souza (2009)

POUR OPTIMISER L'EFFICACITÉ DE L'UTILISATION LOCALE DES ENGRAIS LES PRODUCTEURS DOIVENT TENIR COMPTE

- des analyses de sol (teneur en éléments minéraux);
- et du principe de 4R sur la gestion des éléments nutritifs. Ce concept souligne la nécessité d'appliquer les engrais ou fertilisants de bonne source, à la bonne dose, au bon moment et au bon endroit (Fairhurst, 2015).

8.3.1. DIFFÉRENTS TYPES DE FERTILISANTS

EN TERMES DE LA SOURCE, LES ENGRAIS PEUVENT ÊTRE CLASSÉS COMME SUIV

- **Engrais minéraux** : produits de nature minérale ou synthétique, obtenu par un procédé physique, chimique ou physico-chimique, qui fournit un ou plusieurs éléments nutritifs aux plantes (Tableau 18). Ils sont subdivisés en :
 - Engrais minéral simple : produit constitué principalement d'un composé chimique contenant un ou plusieurs éléments nutritifs pour les plantes.
 - Engrais minéral mixte : produit résultant du mélange physique de deux ou plusieurs engrais minéraux.
 - Engrais minéral complexe : produit constitué de deux ou plusieurs composés chimiques, résultant de la réaction chimique de leurs composants, contenant deux ou plusieurs éléments nutritifs, tels que les formules NPK.
- **Engrais organiques** : produits naturels d'origine végétale ou animale, contenant un ou plusieurs éléments nutritifs pour les plantes. C'est également un produit de nature fondamentalement organique, obtenu par un procédé physique, chimique ou biochimique, naturel ou contrôlé, à partir de matières premières d'origine industrielle, urbaine ou rurale, végétale ou animale (Tableau 19).
- **Biofertilisants** : produits contenant un principe actif ou un agent organique, exempt de substances agrottoxiques, capable d'agir directement ou indirectement sur tout ou partie des plantes cultivées, en augmentant leur productivité, sans tenir compte de sa valeur hormonale ou stimulante.

EN TERMES DE FORME OU NATURE PHYSIQUE, LES ENGRAIS PEUVENT ÊTRE CLASSÉS COMME SUIV

- Poudre : engrais simples ou mélangés broyés sous forme de poudre.
- Granulés : engrais sous forme de granulés.
- Liquide : engrais sous forme liquide.

Dans tous les cas, la loi impose de garantir au producteur la teneur en élément(s) nutritif(s) contenu(s) dans le produit, c'est-à-dire d'indiquer la quantité en pourcentage du poids de chaque élément chimique, de son oxyde correspondant ou de tout autre composant du produit, y compris le cas échéant, la teneur totale, la teneur soluble

ou les deux teneurs de chaque composant, ainsi que la spécification de la nature physique. Toutefois, il existe une tolérance, c'est-à-dire des écarts admissibles entre le résultat analytique constaté et les garanties enregistrées ou déclarées par le fabricant.

Lors du choix des engrais, il est important de tenir compte du coût par rapport à leur concentration en éléments nutritifs (coût par unité de N, P_2O_5 , K_2O). En général, les engrais plus concentrés fournissent l'élément nutritif à un prix inférieur.

Les alternatives les plus courantes pour l'apport d'azote sont l'urée (45 % N) et le sulfate d'ammonium (20 % N). D'autres sources d'azote, telles que le nitrate de potassium (13 % N) et le nitrate d'ammonium (33 % N), peuvent être utilisées dans la culture de l'ananas, à condition qu'elles soient économiquement viables.

Les engrais phosphatés solubles dans l'eau tels que le triple superphosphate (42 % de P_2O_5), le phosphate monoammonique-MAP (48 % de P_2O_5), le phosphate diammonique-DAP (45 % de P_2O_5) et le superphosphate simple (18 % de P_2O_5) ont été les sources de P les plus largement utilisées en production d'ananas. Les thermophosphates de magnésium (17 % P_2O_5) ont également été utilisés comme source de P dans la culture de l'ananas et sont également une source de Mg (9 %).

Le potassium (K) peut être fourni par le chlorure de potassium (58 % K_2O), le sulfate de potassium (50 % K_2O), le sulfate double de potassium et de magnésium (20 % K_2O) et le nitrate de potassium (44 % K_2O), les trois derniers étant plus chers et moins couramment disponibles.

En ce qui concerne les micronutriments, il convient d'accorder une attention particulière au Fe, au Zn, au Cu et au B. Ils peuvent être apportés par voie solide ou liquide. Les applications de sulfate de cuivre sont effectuées sur le sol, à proximité des plantes, en tenant compte du fait que la pulvérisation directe sur les feuilles peut provoquer de graves brûlures. En ce qui concerne le sulfate de fer, il est recommandé de le protéger de l'oxydation, et l'acide citrique peut être utilisé dans la solution. En général, la présence d'urée dans les solutions favorise l'absorption des micronutriments.

Tableau 18 — Engrais minéraux utilisés en culture d’ananas

ENGRAIS MINÉRAUX AZOTÉS	COMPOSITION EN ÉLÉMENTS NUTRITIFS				
	N TOTAL		CaO	MgO	S
	%				
Nitrate d’ammonium	37		-	-	-
Nitrate de sodium	14		-	-	-
Sulfate d’ammonium	20		-	-	24
Urée	45		-	-	-
ENGRAIS MINÉRAUX PHOSPHORÉS	P ₂ O ₅	N TOTAL	CaO	MgO	S
	%				
	Superphosphate simple	19 – 21	-	25 – 28	-
Superphosphate triple	42 – 48	-	17 – 23	-	-
Thermophosphate	19	-	30	18	-
Phosphate monoammonique (MAP)	48 – 60	11	-	-	-
Phosphate diammonique (DAP)	44 – 52	18	-	-	-
ENGRAIS MINÉRAUX POTASSIQUES	K ₂ O		CaO	MgO	S
	%				
	Chlorure de potassium	58 – 62		0 – 3	0 – 3
Sulfate de potassium	48 – 52		0 – 2,5	0 – 2	15 – 19
Nitrate de potassium	44		-	-	-
Sulfate de potassium et de magnésium	20 – 22		-	18 – 19	20 – 22

Tableau 19 — Teneur en carbone, azote, phosphore et potassium et rapport C/N de quelques engrais organiques utilisés en agriculture.

ENGRAIS ORGANIQUE OU ENGRAIS VERT	C	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C:N
	g/kg				
Jacinthe d'eau	202,0 ± 50,0	1,3 ± 0,3	0,3 ± 0,0	1,5 ± 0,3	161,6
Arachides fourragères	220,0 ± 10,0	25,5 ± 2,5	7,6 ± 0,3	9,6 ± 1,0	8,6
Bokashi	271,0 ± 3,5	12,5 ± 1,5	6,0 ± 1,0	2,5 ± 0,5	21,7
Litière de volaille	337,5 ± 57,5	33,5 ± 1,5	38,5 ± 0,4	8,8 ± 4,5	10,1
Compost d'ordures ménagères	186,2 ± 65,1	12,1 ± 4,4	5,9 ± 0,8	6,3 ± 2,6	15,4
Compost organique	269,0 ± 87,0	15,1 ± 5,3	13,5 ± 6,2	13,7 ± 7,9	17,9
Compost d'arachide fourragère (<i>Arachis pintoii</i>) + brachiaria (<i>Urochloa sp</i>) + crotalaire (<i>Crotalaria juncea</i>) + millet (<i>Pennisetum glaucum</i>).	224,5 ± 25,5	18,7 ± 0,7	8,0 ± 0,9	27,1 ± 2,1	12,0
CROTALARIA JÚNCEA	180,7 ± 28,8	32,5 ± 6,7	10,3 ± 4,2	32,0 ± 5,0	5,6
Fumier frais de bovins	145,3 ± 34,9	8,6 ± 2,5	7,5 ± 1,1	12,3 ± 5,2	16,9
Fumier de poulet	174,7 ± 29,5	25,1 ± 11,0	19,4 ± 6,5	14,1 ± 5,3	7,0
Fumier de porc	75,5 ± 15,5	8,8 ± 1,8	5,8 ± 1,2	11,1 ± 5,1	8,6
Boues d'épuration	242,3 ± 54,1	24,1 ± 6,5	27,7 ± 7,6	7,3 ± 5,2	10,1
Résidus de mil	75,5 ± 15,5	3,8 ± 0,8	1,7 ± 0,3	4,5 ± 0,9	20,1
Mucuna	140,0 ± 21,6	12,7 ± 2,1	5,3 ± 1,2	30,7 ± 3,9	11,1
Tourteaux de tournesol	380,0 ± 76,3	38,4 ± 6,1	12,4 ± 0,4	25,0 ± 13,6	9,9
Tourteaux des graines de ricin	410,8 ± 146,2	52,0 ± 10,4	25,6 ± 6,2	11,7 ± 2,9	7,9
Tourteaux des graines de jatropa	298,5 ± 13,5	39,5 ± 3,5	20,0 ± 1,0	15,0 ± 2,9	7,6
Vermicompost	257,0 ± 87,0	11,0 ± 4,0	13,5 ± 0,5	15,7 ± 1,3	23,4

Sources : Sobral et al. (2007), Kiehl (2010), Freire et al. (2013)

Tableau 20 — Limites maximales autorisés des métaux lourds/contaminants dans les engrais organiques

MÉTAUX LOURDS/CONTAMINANTS		VALEUR MAXIMALE AUTORISÉE
Arsenic (mg/kg)		20
Cadmium (mg/kg)		3
Plomb (mg/kg)		150
Chrome hexavalent (mg/kg)		2
Mercure (mg/kg)		1
Nickel (mg kg ⁻¹)		70
Sélénium (mg/kg)		80
Coliformes thermotolérants (nombre le plus probable par gramme de matière sèche)		1 000
Œufs d'helminthes viables (nombre dans quatre grammes de matière sèche totale)		1
<i>Salmonella sp</i>		Absent dans 10 g de matière sèche
Matériaux inertes	Verre, plastiques, métaux > 2 mm	0,5 % de la masse sèche
	Pierres > 5 mm	5,0 % de la masse sèche

Sources : Brasil (2006)

8.3.2. DOSE D'APPLICATION DES FERTILISANTS

Les doses d'engrais à apporter aux plants sont calculées selon leurs besoins et les types de fertilisants. À titre d'exemple les tableaux 21, 22 et 23 présentent quelques plans de fertilisation utilisés selon les natures de fertilisants disponibles et les régions.

Tableau 21 — Exemple d'un plan de fertilisation d'engrais simple (solide granulaire) utilisé au Cameroun dans une plantation d'ananas (variété Cayenne lisse)

SEMAINE	N (g/plant)	URÉE (g/plant)	P ₂ O ₅ (g/plant)	PHOSPHATE (g/plant)	K ₂ O (g/plant)	SULFATE DE POTASSIUM (g/plant)	MgO (g/plant)	DOLOMIE (g/plant)
Avant plantation	-	-	1 - 2	3 - 6	-	-	2 - 3	10 - 14
4	0,5	1,09	-	-	1,1	2,2	-	-
10	0,5	1,09	-	-	1,1	2,2	-	-
15	0,5	1,09	-	-	1,1	2,2	-	-
20	0,5	1,09	-	-	1,1	2,2	-	-
24	0,5	1,09	-	-	1,1	2,2	-	-
27	0,5	1,09	-	-	1,1	2,2	-	-
30	0,5	1,09	-	-	1,1	2,2	-	-
32	0,5	1,09	-	-	1,1	2,2	-	-
Quantité totale (g/plant)	4	8,72	1 - 2	3 - 6	8,8	17,6	2 - 3	10 - 14

Tableau 22 — Exemple d'un plan de fertilisation d'engrais complet (solide granulaire) utilisé au Cameroun dans une plantation d'ananas (variété Cayenne lisse)

TYPE D'ENGRAIS	SEMAINE APRÈS PLANTATION	DOSE D'APPLICATION (g/plant)	N (g/plant)	P ₂ O ₅ (g/plant)	K ₂ O (g/plant)	MgO (g/plant)
Formulation de type 11-5-27-5	4 - 5	7,25	0,8	0,36	1,96	0,39
	9 - 11	7,25	0,8	0,36	1,96	0,60
	15 - 17	7,25	0,8	0,36	1,96	0,60
	20 - 22	7,25	0,8	0,36	1,96	0,60
	26 - 27	7,25	0,8	0,36	1,96	0,60
Quantité totale (g/plant)		36,25	4	1,8	9,8	1,8

Tableau 23 — Exemple d'un plan de fertigation utilisé au Brésil en plantation d'ananas (variété Pérola, avec une densité de 40 000 plants/ha) sous système d'irrigation dans une région semi-aride, sur la base des résultats des analyses de sol (d'après Souza *et al.*, 2001)

MOIS APRÈS LA PLANTATION	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)			K ₂ O (kg/ha)			
		Mg P/dm ³ D'EAU			Mg K/dm ³ D'EAU			
		< 5	6-10	11-15	< 30	31-60	61-90	91-120
1-2	60	120	80	40	90	75	60	45
4-5	80	-	-	-	120	100	80	60
6-7	90	-	-	-	135	110	90	75
8-9	9	-	-	-	135	115	90	60
Quantité totale (kg/ha)	239	120	80	40	480	400	320	240

N. B.

Pour une plus grande densité autour de 50 000 plants/ha par exemple pour la variété cayenne lisse les doses augmenteront de 25 %.

8.3.3. MODE D'APPLICATION DES FERTILISANTS

LE CHOIX DES MÉTHODES D'APPLICATION PAR LE PRODUCTEUR DÉPEND DE LA MAIN-D'ŒUVRE REQUISE ET DU MOYEN FINANCIER DONT IL DISPOSE (FAIRHURST, 2015). À CET EFFET

- les engrais solides granulaires peuvent être appliqués près des plantes ou à la base des feuilles les plus anciennes (Figure 58a). Il est important qu'après l'épandage en surface, le sol soit remanié pour couvrir l'engrais qui a été appliqué. L'application se fait à la main ou à l'aide d'outils simples tels que des capsules de boissons ou de bouteilles. Indépendamment de la méthode d'application utilisée, les engrais ne doivent pas tomber dans les feuilles supérieures les plus jeunes ou au centre de la plante, en raison des dommages qu'ils peuvent causer.
- les engrais liquides se font par pulvérisation foliaire.
- Dans un système de production irriguée, les engrais solides et liquides sont apportés par fertigation (dans l'eau d'irrigation). Les engrais minéraux en dehors du phosphore sont les plus souvent appliqués par irrigation ou avec une irrigation localisée à haute fréquence.
- les engrais organiques sont généralement appliqués dans les trous ou les sillons, et peuvent également être utilisés après la plantation de la culture, sous forme de paillis à côté des plantes (Figure 58b et c).
- les engrais tels que le phosphate et les matières organiques peuvent être appliqués en bandes juste à côté de la ligne de plantation pour permettre une interception précoce des racines (Souza et Reinhardt, 2007).
- les engrais potassiques doivent être fractionnés en 3, 4 ou 5 applications.
- les engrais solubles et liquides sont appliqués sur les feuilles sous forme de pulvérisations foliaires. L'architecture de la plante et les caractéristiques morphologiques et anatomiques de ses feuilles favorisent l'absorption foliaire des nutriments (Souza et Reinhardt, 2007). L'application foliaire se fait à l'aide de rampes de pulvérisation attachées à des sacs à dos ou à des réservoirs montés sur un tracteur. En général, la concentration d'engrais dans la solution ne doit pas dépasser 10%. Les feuilles d'ananas matures tolèrent bien les fortes concentrations d'engrais, mais les applications au sol de quantités excessives peuvent blesser ou tuer les racines par dessiccation. La pulvérisation d'engrais peut endommager les plantes si la concentration et le volume sont élevés (Souza et Reinhardt, 2007).



Figure 58 — Modes d'apport des engrais : apport d'engrais minéral à la partie basale de la plante (a) ; apport d'engrais organique sur les lignes de plantation (b et c)
Source : Djido *et al.*, 2019

8.3.4. MOMENT DE FERTILISATION

En principe, il est recommandé d'appliquer des engrais sur l'ananas pendant toute la phase végétative du cycle de la plante (de la plantation à l'induction de la floraison) (Spironello *et al.*, 2004). Au moment de la plantation, les engrais organiques (tels que les fumiers, composts) ou les engrais phosphatés sont généralement appliqués en une seule fois, dans le trou ou le sillon de plantation ou dans le premier engrais de couverture. La fertilisation après plantation peut également être adoptée pour les engrais phosphatés solubles dans l'eau (tels que les superphosphates), à condition qu'elle soit plus pratique pour le producteur.

Les engrais azotés et potassiques par contre doivent être épandus en surface au cours de la croissance végétative. La fertilisation en surface doit commencer après l'enracinement des plantes (30 à 90 jours après la plantation) et se poursuivre jusqu'au mois précédant la floraison artificielle.

Normalement, entre le 6^{ème} et le 9^{ème} mois après la plantation, la vitesse d'absorption des nutriments par l'ananas augmente de manière significative. Il est donc essentiel qu'au cours de la période comprise entre le 5^{ème} mois après la plantation et le déclenchement artificiel de la floraison, la plante soit suffisamment alimentée en nutriments, afin d'accumuler des réserves qui seront importantes au cours de la phase de développement et de croissance des fruits. En principe, le calendrier de fertilisation doit tenir compte du fait que l'engrais sera appliqué sous forme solide ou liquide et que la culture sera pratiquée avec ou sans irrigation, ce qui déterminera si l'engrais sera épandu plus ou moins uniformément.

Dans les plantations conduites sans irrigation, la recommandation qui prévaut dans la plupart des régions productrices est de fractionner les fertilisations solides en N et K en trois ou quatre fois, dans la période entre la plantation (le plus souvent 30 à 60 jours après) et les 30 jours précédant le traitement d'induction florale. Dans ces conditions, il est essentiel de tenir compte du régime pluviométrique de la région, afin que les fertilisations coïncident avec les périodes de bonne humidité du sol.

Dans les plantations irriguées, la distribution d'engrais sous forme solide peut être étalée sur un plus grand nombre de fois - entre quatre et cinq fois - à des moments préétablis tout au long de la phase végétative du cycle (par exemple tous les deux mois à partir de la plantation). Lorsque l'on utilise l'alternative de l'application d'engrais par voie liquide, la fertilisation est généralement répartie de manière beaucoup plus régulière. Dans ce cas, les fertilisations foliaires par pulvérisation ou par fertigation sont généralement effectuées à intervalles mensuels, bimensuels ou même hebdomadaires, entre la plantation et le début de la floraison. L'azote et le potassium sont toujours prédominants dans ces fertilisations, mais d'autres nutriments (tels que le magnésium et les oligo-éléments) peuvent également être ajoutés si cela est recommandé. Les pulvérisations foliaires doivent être effectuées pendant les heures les plus fraîches de la journée (tôt le matin ou en fin d'après-midi) afin que les feuilles ne brûlent pas. Il est normal, surtout dans les grandes plantations, que les pulvérisations foliaires soient effectuées la nuit.

Il convient également d'éviter tout écoulement excessif et toute accumulation de solutions à l'aisselle des feuilles et d'accorder une attention particulière à la concentration des solutions utilisées (la concentration totale des engrais dans la solution ne doit pas dépasser 10% - 100 g par litre d'eau), afin d'éviter d'endommager les plantes. Un autre aspect à observer lors de l'application conjointe de plusieurs produits est le degré de compatibilité entre les composants du mélange, afin d'éviter de compromettre l'efficacité de certains d'entre eux, voire de l'opération dans son ensemble.



GESTION DE SOL ET DE FERTILISATION

LA CULTURE D'ANANAS ÉTANT TRÈS EXIGEANTE EN ÉLÉMENTS NUTRITIFS DOIT ÊTRE CORRECTEMENT GÉRER POUR GARANTIR UNE FERTILITÉ DURABLE DES SOLS ET DES RENDEMENTS DE BONNE QUALITÉ. LES BONNES PRATIQUES DE FERTILISATION DOIVENT TENIR COMPTE DE

- la gestion intégrée de la fertilité des sols ;
- l'analyse des sols ;
- l'analyse foliaire ;
- des principes de 4R (R pour «right» en anglaise et «bon» en français), c'est-à-dire l'application avec la bonne source de nutriment, à la bonne dose, au bon moment et au bon endroit ou emplacement.





9

GESTION DES ADVENTICES

L'utilisation d'herbicides est une pratique courante pour lutter contre les adventices qui peuvent concurrencer les plants d'ananas pour les nutriments, l'eau et la lumière du soleil et compromettre leur capacité productive et la qualité des fruits en particulier dans les quatre premiers mois de croissance (Daouda *et al.*, 2015b ; Maia *et al.*, 2020b). Cependant, l'utilisation excessive d'herbicide peut avoir des effets négatifs sur l'environnement et la santé humaine. La gestion des adventices permet également de détruire des potentiels réservoirs et lieu de multiplication pour certains parasites notamment les cochenilles, les symphytes et les nématodes. L'interférence des adventices tout au long du cycle de production réduit le rendement en ananas de 69,50 %. La période critique de prévention de l'interférence des adventices est de 14 à 259 jours, après la plantation (Oliveira *et al.*, 2021). La lutte contre ces adventices peut être chimique, biologique ou mécanique.

9.1. LUTTES CHIMIQUES

En lutte chimique, le contrôle des adventices est assuré essentiellement par l'utilisation d'herbicide (Figure 59). Cette application est généralement faite à la fois avant plantation et après plantation jusqu'à 5 et 6 mois, période où la couverture du sol par l'ananas est suffisante pour ralentir la croissance des adventices (Py *et al.*, 1984 ; PIP/COLEAD, 2009). Le choix de l'herbicide dépend du niveau de restriction et de la législation de chaque pays (PIP/COLEAD, 2009). Le traitement consiste en une première application d'herbicide de prélevée sur le sol, juste après la plantation, pour empêcher la levée des graines des adventices encore présentes et susceptibles d'étouffer, après développement, la croissance des plants d'ananas. L'application d'herbicide est réalisée dans les interlignes et dans les allées séparant deux doubles lignes ou dans les inter-billons. Une répétition de l'application d'herbicide est éventuellement effectuée la 16^{ème} semaine après plantation. Les autres interventions de sarclage doivent se faire manuellement (PIP/COLEAD, 2009 ; Daouda *et al.*, 2015). Au-delà des 6 premiers mois du cycle de la plante, le développement des ananas est souvent suffisant pour que l'on n'ait pas à faire d'application supplémentaire d'herbicide avant la récolte (PIP/COLEAD, 2011).

N.B.

Il faut s'assurer :

- avant d'utiliser des produits phytosanitaires, vérifié qu'ils sont homologués dans votre pays, et autorisés dans les pays où votre production est exportée ;
- lors de la manipulation et de l'utilisation des produits, respecter toutes les consignes et recommandations. Pour une utilisation responsable, il faut se protéger à l'aide d'un équipement de protection individuelle (EPI) approprié, préserver l'environnement et la santé des consommateurs, et respecter les limites maximales de résidus (LMR) et le délai avant récolte (DAR) des produits. Il est essentiel de se conformer aux prescriptions des étiquettes des pesticides lors de leur utilisation, en lisant les informations utiles portant sur le type de produit (usage), les conseils de sécurité pour l'utilisateur (port des EPI, stockage), le mode d'emploi (dose, DAR, préservation de la biodiversité et de l'environnement), ainsi que la date de fabrication et de péremption.

- Pour le secteur horticole Afrique-Caraïbes-Pacifique, la [base de données de Protection des Cultures du COLEAD](#) vous permet d'effectuer une recherche par culture et par substance active afin d'obtenir des informations sur les bonnes pratiques agricoles (BPA) qui garantissent le respect des limites maximales de résidus (LMR) actuelles de l'Union européenne (UE) et du Codex Alimentarius.



Figure 59 — Application d'herbicide
Source : CIRAD, 2018

9.2. LUTTE BIOLOGIQUE ET CONTRÔLE CULTURAL

Le paillage est un moyen de recouvrement du sol par des matériaux formant un écran ou une couverture pour limiter la germination des adventices ou freiner leur développement et/ou pour perturber les cycles biologiques des bioagresseurs (Figure 60). La mise en place se fait juste avant la plantation après la préparation du sol et après une irrigation convenable pour les paillages manufacturés synthétiques (film de polyéthylène biodégradable d'épaisseur de 35 à 40 microns). Le paillage peut se faire de différentes façons :

- Le paillage des billons et des inter-billons avec un film de paillage. Sur le billon on utilisera un film de paillage biodégradable et les inter-billons pourront être paillés, soit avec de la bagasse, du bois fragmenté, ou une toile qui pourra être réutilisée (CIRAD, 2018).
- L'utilisation des paillis de pelures de manioc, de feuilles de *Gliricidia sepium*, de feuilles de *Leucaena Leucocephala*, de déchets de régime de palmier à huile ou de copeaux de bois dans la lutte contre les adventices (Ewere *et al.*, 2017).
- L'utilisation de la paille sèche de maïs, de légumineuses, de graminées, ainsi que les résidus de plantes et feuilles d'ananas qui doivent être uniformément répartis sur la surface du sol, en particulier le long des rangées.

D'AUTRES TECHNIQUES CULTURALES PERMETTENT DE CONTRÔLER LES ADVENTICES

- La pratique de faux semis qui consiste à préparer le sol, ce qui favorise la germination des graines, puis, lorsque les jeunes pousses mesurent entre 5 et 8 cm de haut, elles sont détruites par un nouveau labour. Il faut cependant bien connaître les adventices, la durée de dormance des graines, et surtout leur mode de reproduction. Cependant, des plantes se multipliant par bouture seront au contraire multipliées par cette technique. Pour les plantes à multiplication végétative, il sera utile de pratiquer une solarisation, qui consiste à couvrir le sol avec une bâche noire. La chaleur du soleil va détruire les herbes (CIRAD, 2018).
- Le respect des densités de semis : ne laissant pas d'espace pour les adventices (Nurbel *et al.*, 2021).
- L'utilisation des plantes de couverture qui réussissent à supprimer les mauvaises herbes par divers mécanismes, notamment en modifiant l'environnement des semences, en modifiant la disponibilité de la lumière, la température et l'humidité du sol, et par l'allélopathie (Creamer *et al.*, 1996 ; Weston et Duke, 2003 ; Reberg-Horton *et al.*, 2012 ; Soti et Racelis, 2020). Ainsi nous avons les associations de l'ananas et des plantes de couverture recommandés (*Vigna unguiculata*, *Mucuna pruriens*, *Crotalaria juncea*). Les plantes de couverture sont semées en même temps que l'ananas entre deux billons (Garcia De La Cruz et García- López, 2021).



Figure 60 — Paillage des billons avec un film biodégradable (a), paillage des billons avec de la bagasse (b), installation entre les doubles rangés d'ananas du niébé (*Vigna unguiculata*) (c), paillage avec de bois fragmenté issu d'élagage d'espaces verts (d)
Source : CIRAD, 2018 ; Garcia De La Cruz et García- López, 2021

9.3. LUTTE MÉCANIQUE

Le contrôle des adventices est essentiel au cours des cinq à six premiers mois entre la plantation et la différenciation des fleurs. Le désherbage se fait de différentes manières soit manuellement avec des houes ou mécaniquement en utilisant des machines agricoles tels que la tondeuse électrique (Figure 61). Il doit être fait au moins une fois tous les deux mois pendant les 06 premiers mois. Une fois que les plants d'ananas sont plus gros, les adventices seront ombragées et moins de désherbage sera nécessaire (Tullio *et al.*, 2016).



Figure 61 — Désherbage à la tondeuse électrique
Source: Tullio *et al.*, 2016



GESTION DES ADVENTICES

LE CONTRÔLE DES ADVENTICES PERMET DE LIMITER LA CONCURRENCE DE CES DERNIERS AVEC LES PLANTS D'ANANAS POUR LES NUTRIMENTS, L'EAU ET LA LUMIÈRE ; FACTEURS POUVANT COMPROMETTRE LA CAPACITÉ PRODUCTIVE ET LA QUALITÉ DES FRUITS. LES MÉTHODES DE LUTTE SONT

CHIMIQUE

- utilisation des herbicides de prélevée qui sont homologués dans chaque pays sur le sol après la plantation et ce dans les interlignes et dans les allées séparant deux doubles lignes ; et à la 16^{ème} semaine après plantation.

BIOLOGIQUE ET CULTURAL

- paillage des billons avec un film de polyéthylène et des inter-billons avec de la bagasse, du bois fragmenté, ou une toile qui pourra être réutilisée ; utilisation des pailles de graminées et plantes de couverture ; ou encore les associations de l'ananas et des plantes de couverture (*Vigna unguiculata*, *Mucuna pruriens*, *Crotalaria juncea*).

MÉCANIQUE

- au moins une fois tous les deux mois pendant les 06 premiers mois (soit manuellement avec des houes ou mécaniquement en utilisant des machines agricoles).

LA LUTTE BIOLOGIQUE ET CONTRÔLE CULTURAL

- ainsi que le désherbage manuel sont les moyens les plus faciles et les plus sûrs de lutter contre les adventices autour des plants d'ananas. Au fur et à mesure que les plants d'ananas sont plus gros, les adventices sont ombragés et moins de désherbage sera nécessaire.





10

INDUCTION
FLORALE

La floraison naturelle de l'ananas est un processus très complexe qui présente plusieurs inconvénients. Le processus de floraison des plants d'ananas est intrinsèquement lié à leur cycle de vie. Ce cycle prend de 12 à 30 mois jusqu'à la production de la première inflorescence, selon les conditions environnementales et la gestion de la culture. Plusieurs facteurs influencent le cycle de la culture, tels que les conditions climatiques, la nutrition minérale, le type et le poids du matériel de plantation et la période de plantation.

La susceptibilité du plant d'ananas à la floraison naturelle ou artificielle est liée à l'âge ou à la taille de la plante. La floraison naturelle est induite par des facteurs environnementaux, tandis que la floraison artificielle est obtenue par l'utilisation de produits chimiques, généralement des régulateurs de croissance des plantes. Dans les deux cas, il y a une implication des hormones synthétisées par la plante, telles que l'acide indoleacétique (IAA) et l'éthylène, ce dernier étant le véritable facteur inducteur. L'éthylène est synthétisé grâce à l'action séquentielle des enzymes ACC synthase et ACC oxydase.

Fondamentalement, l'initiation de la floraison de l'ananas dépend de l'état physiologique et des réserves nutritionnelles de la plante, de la durée du jour et de la température. Étant fonction des conditions environnementales, la floraison naturelle varie également d'année en année selon les saisons et les régions de production.

Dans différentes zones de production, les taux de floraison naturelle sont très variables, mais des taux de 5 % à 10 % sur une saison de croissance sont très courants. En d'autres termes, dans des conditions de floraison naturelle, cela signifie que seulement 5 % à 10 % des plantes produiront effectivement des fruits. Ces taux sont fortement spécifiques au contexte ; par exemple, au Mexique, en fonction des conditions climatiques, ces taux peuvent atteindre 20 %, tandis qu'en Australie, certaines années, ils varient de 50 % à 70 %. Des essais menés par l'Agence territoriale de Développement Agricole du Pôle 7 et financés par ENABEL en 2021 dans les différentes communes productrices d'ananas biologique du Bénin ont montré que l'induction florale naturelle de l'ananas pain de sucre et cayenne lisse (*Ananas comosus*) atteignait un maximum de seulement 3 % et 3,33 % respectivement. De même, dans l'essai mené par Lebeau *et al.* (2009) au Togo, la floraison naturelle n'a atteint que 11 % après 10 semaines, tandis que toutes les parcelles traitées (induction florale) ont dépassé 80 %.

Bien que cela puisse être acceptable pour les producteurs fournissant de petits volumes aux marchés locaux, ou dans certains cas pour la transformation (sur de grandes plantations), cela est inadapté aux cultures destinées à l'exportation.

Le traitement pour l'induction florale de l'ananas est connu depuis longtemps, car cette culture se prête assez bien à cette pratique (voir section 3-Historique de l'utilisation). Le traitement pour l'induction florale présente des avantages technologiques, économiques et sociaux tels que : a) utilisation rationnelle des terres ; b) uniformité de la fructification et concentration de la récolte, avec réduction des coûts ; c) approvisionnement régulier et constant de fruits pour l'industrie et le marché des fruits frais, et pendant des périodes commerciales plus favorables, sans affecter la qualité des fruits ; d) garantir que la production puisse correspondre aux grands volumes nécessaires pour compléter les expéditions d'exportation selon des délais convenus à l'avance avec les acheteurs ; synchronisation de la production

permettant de s'approvisionner auprès de multiples petits producteurs ; e) contrôle plus facile des ravageurs et des maladies, car la floraison peut être induite pendant les périodes où le potentiel d'inoculum est le plus faible ; f) contrôle du poids et de la taille des fruits, selon les demandes du marché consommateur ; g) augmentation du revenu de la culture, grâce à un plus grand nombre de fruits récoltés par surface ; h) meilleure répartition de la main-d'œuvre et administration plus facile de la propriété ; i) possibilité d'exploiter une seconde récolte ou une récolte de rejets (extrait et adapté de Cunha, 2005).

10.1. QUAND FAIRE L'INDUCTION FLORALE

Le TIF peut être réalisé toute l'année ce qui permet de planifier le cycle de production. L'induction florale des plants d'ananas doit être réalisée en tenant compte de plusieurs facteurs pour assurer une floraison et une fructification optimales. Voici quelques critères à considérer pour déterminer le moment propice pour l'induction florale :

- **Âge et Taille des Plantes** : Les plants d'ananas doivent atteindre un âge et une taille spécifiques avant d'être soumis à l'induction florale. En général, ils doivent avoir suffisamment de feuilles et une certaine hauteur pour garantir une floraison uniforme et une bonne production de fruits.
- **Conditions Climatiques** : L'induction florale doit être programmée en fonction des conditions climatiques locales. Les périodes de températures modérées, ni trop chaudes ni trop froides, sont idéales pour l'induction florale. Des conditions climatiques stables favorisent une meilleure réponse des plantes au traitement.
- **Nutrition des Plantes** : Les plants doivent avoir un bon état nutritionnel avant l'induction florale. Un apport adéquat en nutriments essentiels, notamment l'azote, le phosphore et le potassium, est crucial pour une floraison réussie.
- **Durée du Jour** : La durée du jour joue un rôle important dans l'induction florale. Des jours plus courts ou des modifications de la durée d'éclairement peuvent influencer la réponse des plantes à l'induction florale.
- **Planification de la Récolte** : Il est essentiel de planifier l'induction florale en fonction de la période de récolte souhaitée. L'induction florale doit être synchronisée pour garantir une production de fruits pendant les périodes de forte demande ou de conditions de marché favorables.
- **État de Santé des Plantes** : Les plants doivent être en bonne santé, exempts de maladies et de ravageurs, pour répondre efficacement à l'induction florale. Les plants stressés ou malades peuvent avoir une réponse réduite à l'induction.

Le déclenchement du TIF est notamment déterminé par la taille de la plante qui est appréciée par la masse de la feuille D. Le TIF se fait entre six mois (gros rejets) et un an (petits rejets) après la plantation, lorsque la quatrième des plus grandes feuilles (feuille D) pèse entre 50 et 70 g. Il faut attendre un développement suffisant du plant mais un trop grand plant donnera un petit fruit. Une planification minutieuse et une observation attentive des plantes et des conditions locales sont essentielles pour réussir l'induction florale et optimiser la production de fruits.

Plusieurs techniques de traitement d'induction florale (TIF) présentées dans les sections suivantes peuvent être utilisées dans la production d'ananas. Toutefois, la susceptibilité du plant d'ananas à la floraison étant liée à plusieurs facteurs décrits ci-dessus, le dosage et le nombre d'applications devront être adaptés aux conditions agro-climatiques locales. Les sections suivantes présentent des recommandations basées sur la littérature scientifique, les essais sur le terrain et les pratiques des producteurs. Il est possible d'observer de légères adaptations du dosage et du nombre d'applications pour répondre aux conditions agro-climatiques locales spécifiques.

10.2. INDUCTION FLORALE EN CULTURE CONVENTIONNELLE

10.2.1. TRAITEMENT À L'ACÉTYLÈNE À PARTIR DE CARBURE DE CALCIUM

Le carbure de calcium, également connu sous le nom d'acétylure de calcium, est un composé chimique dont la formule chimique est CaC_2 . Ce composé est principalement produit par un processus industriel connu sous le nom de méthode du four à arc électrique, où le chaux (oxyde de calcium) et le carbone sont chauffés à des températures élevées. La réaction entre les deux matériaux entraîne la formation de carbure de calcium. La pureté du carbure de calcium peut varier en fonction du processus de production et des impuretés présentes dans les matières premières utilisées. Il est important de noter que le carbure de calcium est un composé très réactif et doit être manipulé avec précaution (Oladipupo *et al.*, 2022). Il possède plusieurs propriétés physiques notables. Il s'agit d'un solide cristallin qui se présente sous la forme de grumeaux ou de granulés gris-noir ou brun-noir. Le composé a un point de fusion d'environ 2000°C , ce qui permet de l'utiliser dans des applications à haute température (Jiang *et al.*, 2022). Le carbure de calcium est insoluble dans l'eau mais réagit vigoureusement avec l'humidité pour produire du gaz acétylène, qui est sa principale application. Cette réactivité avec l'eau entraîne également la dégradation du composé au fil du temps lorsqu'il est exposé à des conditions humides. Il est important de stocker le carbure de calcium dans un récipient sec et hermétiquement fermé pour préserver sa stabilité (Gasik, 2013).

Dans le secteur agricole, il est utilisé dans la production de cyanamide de calcium, un composé utilisé comme engrais azoté, contribuant à améliorer le rendement des cultures et la fertilité des sols (Kashif *et al.*, 2012). Le carbure de calcium est également utilisé comme source de gaz éthylène, une hormone végétale qui favorise la floraison. Cette libération contrôlée d'éthylène par le carbure de calcium est une alternative économique à l'éthylène synthétique coûteux ou au gaz naturel (Okeke *et al.*, 2022). En outre, le carbure de calcium est également utilisé dans les vergers pour stimuler l'initiation et le développement des bourgeons floraux dans divers arbres fruitiers, favorisant ainsi une floraison synchronisée et améliorant la production de fruits (Lestari *et al.*, 2020). Le coût du carbure de calcium peut varier en fonction de facteurs tels que la pureté, la quantité et le fournisseur. En règle générale, les coûts unitaires sont moins élevés pour les grandes quantités. Toutefois, il est essentiel de tenir compte du fait que le carbure de calcium est réglementé dans certaines régions en raison de sa réactivité et de ses dangers potentiels, de sorte que la disponibilité et l'accessibilité peuvent varier en fonction des réglementations locales et des exigences en matière de sécurité (Shaeda, 2018).

L'acétylène est obtenu par réaction de l'eau sur du carbure de calcium. Dans un fût en plastique de 200 litres, rempli au $\frac{3}{4}$ d'eau, ajouter 500 g de carbure de calcium en petits morceaux (Figure 62). L'eau utilisée doit être aussi fraîche que possible pour faciliter la dissolution de l'éthylène. Il faut toujours laisser un volume d'air dans le récipient. Le fût est immédiatement bouché et agité vigoureusement pendant 10 minutes pour assurer un dégagement complet de gaz et une bonne dissolution. La bouillie obtenue est immédiatement versée dans le cœur de chaque plant avec un volume suffisant pour le noyer, soit au moins 50 ml. Cette action peut être effectuée

à l'aide d'un gobelet en plastique, ou d'un pulvérisateur à dos modifié, auquel ont été retirés l'ensemble des parties en métal contenues dans le réservoir ainsi que la tige à pression. La bouillie s'écoule par gravitation à travers un tuyau fixé sur une extrémité du réservoir. À ce niveau, deux traitements doivent impérativement être réalisés à 3 ou à 4 nuits d'intervalle. Cette technique est la plus courante. Pour pulvériser un hectare, il faut jusqu'à 6 000 litres d'eau, 800 g à 4 000 g d'éthylène. Le traitement peut être effectué pendant la nuit ou tôt le matin. Habituellement, le traitement se compose de deux applications. La deuxième application est réalisée 2 à 3 jours après la première, et une troisième application est effectuée uniquement si les échantillons prélevés après le traitement initial indiquent que c'est nécessaire.



Figure 62 — Traitement à l'acétylène à partir de carbure de calcium

10.2.2. APPLICATION DE L'ÉTHYLÈNE SOUS FORME GAZEUSE EN PRODUCTION MÉCANISÉE

Cette méthode nécessite cependant le recours à des machines spécifiques. Il s'agit en général des mêmes équipements et rampes de pulvérisation utilisés couramment pour l'application d'engrais liquides/produits phytosanitaires, mais modifiés pour permettre au charbon de se mélanger avec l'eau déchargée à une pression de 20 psi et au gaz d'éthylène à 35 psi. La pression doit être préalablement réduite de 1 200 psi à 35 psi pour éviter le gel. Ensuite, le charbon actif, dissous dans l'eau, est pompé vers la rampe d'aspersion à 20 psi. Cela facilite l'absorption du gaz par le charbon, qui est ensuite libéré de manière uniforme et progressive sur les plantes.

10.2.3. TRAITEMENT À L'ETHEPHON

Dans plusieurs ACP, la pratique du traitement d'induction florale avec l'éthéphon est la plus courante car cette technique est simple : elle consiste à réaliser une seule application généralisée de jour à l'aide de pulvérisateurs à dos. L'efficacité du traitement est accrue lorsqu'on rajoute de l'urée (2,5 à 5% d'urée) à la bouillie. L'application généralisée par pulvérisation nécessite un volume de 2 à 3000 l/ha de bouillie contenant 200 à 800 mg/L d'éthéphon (Guide de bonnes pratiques pour la filière ananas au Bénin, 2023).

Afin de réduire les quantités d'éthéphon appliquées, il est possible d'ajouter du carbonate de calcium. Le carbone, l'oxygène et le calcium sont combinés pour former un composé chimique, le carbonate de calcium, dont la formule est CaCO_3 . Il s'agit d'un matériau typique présent dans les roches du monde entier (surtout sous forme de calcaire), et c'est le principal composant des coquilles d'animaux marins, des escargots, des billes de charbon, des perles et des coquilles d'œuf (Omari *et al.*, 2016). L'ajout de carbonate de calcium permet de réduire efficacement la dose d'éthéphon requise tout en apportant des avantages supplémentaires à la croissance des plantes et à la production de fruits (Shenghui *et al.*, 2020). Plus précisément, l'ajout de 0,04 % de carbonate de calcium permet de réduire le dosage d'Ethéphon de 800 mg/L à 50 mg/L tout en induisant la floraison.

Cependant, le traitement d'induction florale avec l'éthéphon est une pratique à déconseiller car elle est très risquée pour le producteur : toute erreur dans le dosage ou le non-respect d'une des recommandations d'usage entraîne la présence de résidus en concentrations qui dépassent la Limite Maximale de Résidu (LMR).

Dans l'éventualité où le producteur souhaite pratiquer traitement d'induction florale avec l'éthéphon, il est important de se renseigner sur les recommandations d'utilisation adaptées à la variété cultivée et aux recommandations formulées par le fabricant du produit, et/ou demander conseil à un agent d'encadrement (<http://www.colead.org>).

Pour éviter les résidus d'éthéphon, il est préférable d'utiliser le carbure de calcium ou du charbon actif enrichi d'éthylène (application au cœur du plant). L'éthylène gazeux peut également être utilisé mais il nécessite un équipement d'aspersion spécifique qui peut s'avérer coûteux pour les petits producteurs.

10.2.4. TRAITEMENT À L'AVIGLYCINE

L'aviglycine est un composé naturel et non toxique qui peut être utilisé pour induire la floraison chez l'ananas et d'autres plantes en régulant les hormones végétales et en favorisant la floraison en réponse à des indices environnementaux (Bello-Amez *et al.*, 2022).

10.2.5. TRAITEMENT AVEC DU CHARBON ACTIF ENRICHI PAR DE L'ÉTHYLENE POUR LES EXPLOITATIONS NON MÉCANISÉES

Le traitement avec du charbon actif enrichi par de l'éthylène se fait en utilisant 800 g (ou environ 650 l) d'éthylène et 3 kg de charbon actif pour 6 000 litres d'eau fraîche pour un hectare à l'aide d'un pulvérisateur à dos ou un doseur (cas de petits producteurs). Le traitement (250 mg/plant) est répété à 3 jours d'intervalle.

Ce traitement consiste à déposer du charbon actif enrichi à l'éthylène directement dans la rosette afin de faciliter la diffusion de l'éthylène dans la plante. Le processus d'enrichissement du charbon actif ne nécessite que du matériel standard très facilement disponible dans le commerce : une pompe à vide, une bouteille d'éthylène avec détendeur, un récipient étanche adapté, un manomètre et quelques tuyaux, vannes, raccords et filtres. Le montage du système d'enrichissement demande un matériel d'atelier standard.

Pour obtenir les meilleurs résultats, le traitement doit être effectué à l'aube. Deux méthodes d'application peuvent être utilisées :

- Application du charbon actif à sec : le charbon actif enrichi est appliqué directement au cœur du plant, idéalement au moyen d'un dispositif adapté. Dans ce cas, il est préférable d'utiliser du charbon actif en granulés (par exemple Filtrasorb 400 de Chemviron Carbon). Dans l'étude menée par Lebeau *et al.* (2009), un dispositif de dosage de poudre généralement utilisé pour recharger les cartouches d'artillerie (Hornady, type Lock-n-load) a été utilisé. Après des modifications mineures, des mouvements alternés de la manivelle permettent l'application d'une dose déterminée de charbon actif. Le calibrage de la dose doit être effectué à l'aide d'une balance pour peser la quantité de charbon activé libérée par l'appareil. Cette technique est particulièrement avantageuse lorsque l'eau n'est pas facilement disponible et elle est également moins exigeante physiquement que l'application humide. Les connaissances actuelles montrent qu'une dose de 250 mg par plante (charbon activé enrichi à 5%), éventuellement répétée 3 jours après le premier traitement, assure un taux de floraison très satisfaisant et donc un traitement réussi dans la plupart des circonstances. La dose peut être adaptée aux conditions locales en fonction des caractéristiques variétales météorologiques, phénologiques ou climatiques (Lebeau, *et al.*, 2009) (Figure 63b).
- Application du charbon actif par voie humide : le charbon actif enrichi est mélangé à l'eau directement avant application et est appliqué au moyen d'un pulvérisateur à dos. Le charbon actif utilisé dans ce cas est préférentiellement de type « poudre » (par exemple Pulsorb GW de Chemviron Carbon). L'application est adaptée par calibrage du pulvérisateur, où le temps d'application par plante est déterminé en fonction du débit du pulvérisateur et de la dose recommandée par plante. Avant l'application, l'opérateur est formé pour respecter le temps d'application par plante. Les essais d'efficacité ont montré que dans la plupart des situations, une dose de 250 mg de charbon actif en poudre (enrichi à 2,5%) par plante assure le succès du traitement. Dans une situation typique, 62,5 grammes de poudre sont mélangés avec 15 litres d'eau dans le réservoir du pulvérisateur, ce qui permet le traitement d'induction d'environ 250 plants, soit 60 ml par plant (Lebeau, F., *et al.* 2009). La quantité effective de charbon actif appliquée par hectare dépendra de la

densité de plantation et des conditions climatiques qui peuvent varier. Par exemple avec une densité de 100 plants par 30 m², environ 8,5 kg de charbon actif enrichi seraient nécessaires pour traiter 1 hectare à la dose maximale recommandée de 250 mg par plante selon Lebeau *et al.* (2009). Il convient de noter que, dans les conditions agro-climatiques du Bénin, des taux élevés d'induction florale (94-96 %) ont été obtenus avec seulement 100 g par plante (Figure 63c).

Les deux techniques d'application permettent à un opérateur formé de traiter manuellement environ 1 000 plants par heure. La technique par voie humide est légèrement plus rapide mais nécessite l'accès à l'eau, ce qui peut être un défi dans certaines zones tropicales éloignées. Un autre avantage de la technique par voie humide est qu'elle peut être appliquée mécaniquement avec un pulvérisateur à rampe.

Enfin, quelle que soit la technique de traitement utilisée, pour qu'il soit efficace, il faut :

- réaliser le traitement la nuit, très tôt dans la matinée ou en fin de journée (de préférence par temps calme) ;
- répéter le traitement deux fois à intervalles de trois ou quatre jours ;
- si une pluie survient dans les trois heures après un traitement, celui-ci est considéré comme nul.



Figure 63 — Application du charbon actif à l'aide du doseur : doseur dans son état initial (a) ; application par voie sèche (b) ; application par voie humide (c)

Source : COLEAD, 2007

10.2.6. TRAITEMENT À L'ETHREL

L'Ethrel est un régulateur de croissance végétale utilisé pour induire la floraison des plants d'ananas. Il contient de l'éthéphon, qui libère de l'éthylène, une hormone végétale naturelle. L'éthylène stimule le processus de floraison des ananas, ce qui permet une floraison synchronisée et des récoltes plus prévisibles. L'utilisation d'Ethrel à un taux de 1 200 ppm sur des plants d'ananas « MD2 » âgés de onze mois était le traitement le plus efficace pour obtenir un pourcentage élevé d'initiation florale et de développement de bourgeons rouges (Valessier, 2018).

10.2.7. TRAITEMENT À LA ZEOTHENE

Le zéothène est un régulateur de croissance végétale commercial qui contient une forte concentration d'éthylène. Il est utilisé comme agent de floraison induite dans la culture de l'ananas. En libérant de l'éthylène, le Zeothene favorise la floraison et augmente la production de fruits chez les plants d'ananas. Lors d'une expérience de terrain menée en Équateur en 2009, les chercheurs ont étudié l'induction de la floraison du cultivar d'ananas hybride MD-2 à l'aide du zéothène. Le zéothène, composé de perles de zéolithe contenant de l'éthylène gazeux, a été placé dans le godet central de chaque plante pour induire la floraison. L'efficacité du zéothène a été comparée à celle d'autres agents, dont l'éthéphon et le gaz éthylène. Différentes méthodes d'application ont été utilisées, comme le placement des agents dans la coupelle centrale ou la pulvérisation sur l'ensemble de la plante. Il a été constaté que les applications dans la coupelle centrale étaient plus efficaces que les traitements sur l'ensemble de la plante (Van de Poel *et al.*, 2009).

10.2.8. MELANGE DE L'ETHREL, D'URÉE ET DE CALCIUM DE CARBONATE

Le mélange d'Ethrel, d'urée et de calcium carbonate CaCO_3 est utilisé comme agent de floraison induite dans les plants d'ananas. L'Ethrel, un régulateur synthétique de la croissance des plantes, stimule la production d'éthylène, une hormone qui déclenche la floraison. L'urée, un composé riche en azote, fournit des nutriments essentiels à la croissance des plantes. Le CaCO_3 est probablement inclus pour ajuster les niveaux de pH du sol, car les ananas préfèrent des conditions légèrement acides. Cette combinaison vise à promouvoir et à synchroniser la floraison des plants d'ananas, améliorant ainsi la production de fruits.

10.2.9. TRAITEMENT À L'ACIDE NAPHTALENE ACETIQUE

L'acide naphthalène-acétique (NAA) est un régulateur de croissance synthétique utilisé pour induire la floraison des plants d'ananas. Il appartient au groupe des hormones auxines et est appliqué pour stimuler la formation et le développement des bourgeons floraux, ce qui entraîne une augmentation de la production de fleurs. Le NAA est couramment utilisé dans la culture commerciale de l'ananas pour synchroniser et accélérer la floraison afin d'obtenir une récolte de fruits plus uniforme et plus prévisible. La méthode d'application et la concentration de NAA peuvent varier en fonction de facteurs tels que la variété d'ananas et les conditions de culture locales. Le traitement des plantations d'ananas à l'Acide naphthalène acétique au stade 40 feuilles a montré le pourcentage de floraison le plus élevé (85,27 %) et la durée la plus courte pour la floraison (36,43 jours) selon Kumari *et al.* (2020).

10.2.10. TRAITEMENT À LA PACLOBUTRAZOL

Le paclobutrazol est un régulateur de croissance végétale utilisé pour induire la floraison des plants d'ananas. Il agit en supprimant la synthèse des gibbérellines, une classe d'hormones végétales qui favorisent la croissance végétative. En inhibant la production de gibbérellines, le paclobutrazol réoriente l'énergie de la plante vers les processus reproductifs, tels que l'initiation et le développement des bourgeons floraux

10.3. INDUCTION FLORALE EN CULTURE BIOLOGIQUE

Les recherches de CIRAD (2013) et Soler *et al.* (2006) font état de quatre techniques utilisées couramment pour l'induction florale de l'ananas : l'éthylène gazeux injecté dans l'eau avec du charbon actif ; le carbure de calcium avec de l'eau (libérant de l'acétylène) ; l'éthéphon et l'eau froide. Le carbure de calcium et l'éthéphon ne sont pas approuvés pour la production biologique. L'eau froide (5°C) peut être utilisée en production biologique, mais les résultats sont inconsistants et peu fiables (sauf pour les plantes soumises à un stress nutritionnel ou mécanique). Le traitement au froid est possible mais difficilement applicable en pays ACP en raison de la température de l'eau du réseau élevée et de l'absence d'équipement de réfrigération. Toutefois il est jugé ici que les coûts, les demandes énergétiques et les défis logistiques liés à l'utilisation d'eau réfrigérée dans les zones tropicales rendent cette option non viable.

La fumée était également historiquement utilisée mais fonctionne uniquement pour la production en intérieur et ne correspond pas aux pratiques agronomiques dans les régions tropicales où les ananas sont cultivés en plein air. De plus, la production de fumée a un impact négatif sur la qualité de l'air, libère du CO₂ et contribue à la déforestation.

Par conséquent, l'éthylène reste la seule option disponible et viable pour l'induction florale des ananas biologiques destinés à l'exportation notamment vers l'Union Européenne.

Il n'y aura plus de produit chimique autorisé pour réaliser le TIF à compter de l'entrée en vigueur le 01/01/2025 du Règlement (UE) 2018/848 relatif à la production biologique et à l'étiquetage des produits biologiques (à cette date l'éthéphon et le carbure de calcium seront proscrits en bio). La seule solution technique envisageable pourrait être l'éthylène sur charbon actif mais il n'y a aucune certitude que cette technique soit autorisée en 2025 dans le cadre de la nouvelle réglementation bio.

Tableau 24 — Résumé des différents agents d'induction florale et leur méthode d'application

AGENT	DOSAGE	MÉTHODE D'APPLICATION	MOIS APRÈS PLANTATION	RÉSULTATS	RÉFÉRENCES
AVIGLYCINE (AVG)	(150 mg/L, 250 mg/L et 350 mg/L) d'AVG 40 mL/plant	Directement à partir du cœur de la plante	8 mois	Effet significatif pour retarder l'apparition des inflorescences	Bello-Amez <i>et al.</i> , 2022
CARBURE DE CALCIUM (CAC ₂)	10 g CaC ₂ /L H ₂ O et 15 g CaC ₂ /L H ₂ O 50 mL/plant	Directement à partir du cœur de la plante	10-13 mois	Accélère la croissance pour une floraison uniforme	Fassinou Hotegni <i>et al.</i> , 2015
CARBURE DE CALCIUM AVEC CHARBON ACTIF	50 mL/plant	Pulvérisation	10 mois	N'améliore pas la croissance et la qualité	Raposo <i>et al.</i> , 2019
	50 mL/plant	Directement à partir du cœur de la plante	11 mois	Suffisante pour forcer le développement de la reproduction	Maruthasalam <i>et al.</i> , 2009
ÉTHÉPHON	40 mL	Directement à partir du cœur de la plante	12 mois	Moins de floraison	Shenghui <i>et al.</i> , 2020
	200 mg/L et 800 mg/L 60 mL/plant	Directement à partir du cœur de la plante	12 mois	800 mg/L d'éthéphon ont pu induire la floraison avec succès	
ÉTHÉPHON AVEC CHARBON ACTIF	50 mL/plant	Directement à partir du cœur de la plante	11 mois	Suffisante pour forcer le développement de la reproduction	Maruthasalam <i>et al.</i> , 2009

AGENT	DOSAGE	MÉTHODE D'APPLICATION	MOIS APRÈS PLANTATION	RÉSULTATS	RÉFÉRENCES
ÉTHÉPHON AVEC CARBONATE DE CALCIUM	(50 mg/L, 100 mg/L et 200 mg/L) avec 0,04 % de carbonate de calcium 60 mL/plant	Directement à partir du cœur de la plante	12 mois	L'allongement du pédoncule et l'augmentation du nombre de rejets (bulbilles). Nombre de fruits et poids des fruits ont également augmenté.	Shenghui <i>et al.</i> , 2020
ETHREL	2500 L/Ha 33,33 mL/plant	Pulvérisation	9-11 mois	Augmentation de l'initiation florale et du développement des bourgeons rouges	Valleser, 2018
ÉTHYLÈNE DISSOUS DANS L'EAU AVEC DU CHARBON ACTIF	(0,389 g C ₂ H ₄ /L; 0,292 g C ₂ H ₄ /L et 0,195 g C ₂ H ₄ /L) avec 2,86 g/L de charbon actif	Directement à partir du cœur de la plante	8-9 mois	Efficacité élevée de l'induction florale	Van de Poel <i>et al.</i> , 2009
MÉLANGE D'ETHREL, D'URÉE ET DE CaCO ₃	50 mL/plant	Pulvérisation	12 mois	Efficacité élevée de l'induction florale	Espinosa <i>et al.</i> , 2016

AGENT	DOSAGE	MÉTHODE D'APPLICATION	MOIS APRÈS PLANTATION	RÉSULTATS	RÉFÉRENCES
ACIDE NAPHTALÈNE ACÉTIQUE (ANA)	10 ppm 20 ppm	Pulvérisation	11 mois	Floraison significative	Kumari <i>et al.</i> , 2020
PACLOBUTRAZOL (PBZ)	2 mL Paclobutrazol/ L H ₂ O	Pulvérisation	10 mois	Période de floraison plus longue	Lestari <i>et al.</i> , 2019
ZÉOTHÈNE	13,5 mg/perle 3-4 perles/ plant	Directement à partir du cœur de la plante	8-9 mois	Efficacité élevée de l'induction florale	Van de Poel <i>et al.</i> , 2009

Source : Sanchez et Jameró, 2024



INDUCTION FLORALE

LE TRAITEMENT D'INDUCTION FLORALE (TIF) SE FAIT ENTRE 6 ET 12 MOIS (GROS REJETS) ET 12 MOIS (PETITS REJETS) APRÈS LA PLANTATION, LORSQUE LA FEUILLE D PÈSE ENTRE 50 ET 70 G PAR

- Traitement à l'acétylène à partir de carbure de calcium : au moins un volume de 50 ml/plant d'une bouillie d'acétylène. Deux traitements impérativement réalisés à 3 ou à 4 nuits d'intervalle.
- Traitement à l'éthéphon (avec ou sans le carbonate de calcium)
- Traitement à l'Aviglycine
- Traitement au charbon actif enrichi par de l'éthylène
 - par voie humide : un volume de 60 ml/plant de Pulsorb GW de Chemviron Carbon ; éventuellement répéter à deux jours d'intervalle.
 - par voie sèche : une dose de 250 mg/plant de Filtrasorb 400 de Chemviron Carbon enrichi à 5% ; éventuellement répéter à trois jours d'intervalle.
- Traitement à l'Ethel
- Traitement à la Zéothène
- Mélange de l'Ethel, d'urée et de calcium de carbonate
- Traitement à l'Acide naphthalène acétique
- Traitement à la paclobutrazol

En production biologique seul l'éthylène est approprié pour l'induction florale de l'ananas (gazeux ou diffusé par charbon actif).





11

GESTION DES RAVAGEURS ET MALADIES

11.1. LUTTE INTEGRÉE CONTRE LES RAVAGEURS

La lutte intégrée contre les ravageurs est une approche de gestion des cultures respectueuse de l'environnement. Son objectif principal est de résoudre les problèmes de nuisibles tout en limitant les effets indésirables sur l'environnement et sur la santé humaine.

La lutte intégrée contre les ravageurs comprend la mise en œuvre de divers moyens biologiques, chimiques, physiques et de techniques culturales spécifiques à chaque culture. Cette approche favorise des cultures saines et minimise l'utilisation de pesticides. La réduction de l'utilisation des pesticides réduit les risques pour la santé des personnes et pour l'environnement.

La lutte intégrée contre les organismes nuisibles, en tant que pratique agricole durable, vise à :

- Gérer les dégâts causés par les organismes nuisibles de la manière la plus économique possible ;
- Limiter les effets indésirables sur les personnes, les biens et l'environnement ;
- Éviter les conséquences négatives pour l'agriculteur ;
- Favoriser la biodiversité et la conservation ;
- Protéger le droit humain à l'alimentation.

11.1.1. AVANTAGES DE LA LUTTE INTEGRÉE

La lutte intégrée contre les ravageurs offre de multiples avantages tant pour l'homme que pour l'environnement :

- Réduction des impacts négatifs sur la biodiversité, préservation des ressources du sol et en eau ; par exemple l'utilisation judicieuse de méthodes de contrôle alternatives prévient la disparition d'insectes bénéfiques due à l'utilisation inappropriée de pesticides chimiques.
- Réduction des risques pour la santé des travailleurs agricoles : moins de recours aux pesticides signifie moins d'exposition et moins de problèmes de santé.
- Réduction des risques de développement de résistance aux pesticides et de réapparition de ravageurs.

11.1.2. ÉTAPES DE LA LUTTE INTEGRÉE CONTRE LES RAVAGEURS

Les programmes de lutte intégrée contre les ravageurs comprennent un certain nombre d'étape lors de la réalisation : l'identification des ravageurs, la définition d'un seuil d'action, la surveillance (monitoring), la prévention et le contrôle.

11.1.2.1. IDENTIFICATION DES RAVAGEURS

L'identification correcte de l'organisme nuisible est une étape clé dans la prise de décisions et l'utilisation de mesures ciblées. Cette étape est essentielle pour évaluer si cet organisme est susceptible de devenir un problème et pour sélectionner les stratégies de gestion appropriées.

Une mauvaise identification ou un manque d'informations sur l'organisme nuisible ciblé conduit généralement à la sélection de mesures inadaptées et à l'échec de la lutte antiparasitaire. Un échantillonnage du ravageur, de la maladie ou de la mauvaise herbe garantit une identification correcte. Si nécessaire, faites appel à l'expertise d'un agent de vulgarisation.

Le ravageur n'est pas toujours visible. Il faudra alors en rechercher les symptômes.

11.1.2.2. DÉFINIR UN SEUIL D'ACTION

La **définition d'un seuil d'action** est l'un des aspects les plus importants de lutte intégrée contre les ravageurs. Le seuil d'intervention ou seuil d'action est le seuil à partir duquel des mesures doivent être prises pour lutter contre l'organisme nuisible. Le seuil d'intervention indique à partir de quelle densité d'organismes nuisibles (par exemple le nombre d'organismes nuisibles par unité de surface) une action directe est justifiée pour éviter ou atténuer les dégâts causés par cet organisme nuisible.

Pour définir un seuil d'action dans une stratégie de lutte intégrée contre les ravageurs, il faut se demander :

EXISTE-T-IL UNE MENACE ÉCONOMIQUE ET QUEL EST LE COÛT D'UNE ACTION DE LUTTE ANTIPARASITAIRE ?

Des mesures de lutte antiparasitaire seront prises seulement si le seuil d'action est dépassé. Le coût de la lutte antiparasitaire doit être inférieur ou égal aux pertes estimées causées par le ravageur si rien n'est fait.

QUELS SONT LES RISQUES POUR LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ ?

Le seuil d'intervention devra être abaissé lorsqu'un organisme nuisible constitue une menace pour la santé ou la sécurité humaine.

EXISTE-T-IL UN RISQUE DE DOMMAGE VISUEL ?

L'altération de l'apparence d'un produit peut être un sujet d'inquiétude. Les produits endommagés sont difficiles à vendre.

La définition des seuils d'action doit être basée sur un suivi régulier des cultures, ce qui nous amène à la troisième étape de la lutte intégrée contre les ravageurs.

11.1.2.3. SURVEILLANCE

Le suivi et la tenue de registres des populations de ravageurs est importante pour décider quand il est temps d'agir. Cela permet d'éviter l'utilisation de moyens de contrôle lorsque ce n'est pas nécessaire. La surveillance et la gestion des ravageurs doivent être adaptées à chaque situation.

Les seuils d'action peuvent être déterminés par exemple en fonction du :

- Nombre moyen de ravageurs capturés par piégeage chaque semaine
- Du pourcentage de feuilles/plantes endommagées ou infestées découvertes lors de l'examen
- Du nombre de parasites délogés par échantillon (par exemple pour chaque battement de plante).

11.1.2.4. PRÉVENTION

La prévention est une étape clé de la lutte intégrée contre les ravageurs. C'est la meilleure ligne de défense contre les nuisibles. Le but de la prévention est d'empêcher les populations de ravageurs d'atteindre des niveaux économiquement dommageables.

La lutte intégrée vise à prévenir les problèmes de ravageurs. Cette méthode de lutte antiparasitaire est souvent moins chère et donne de meilleurs résultats à long terme. Même si la prévention n'élimine pas les ravageurs, elle peut en réduire le nombre et les rendre plus facile à contrôler.

Les actions préventives comprennent entre autres :

- La sélection de l'emplacement de la culture
- La sélection de la variété la plus appropriée
- Les stratégies de plantation et de rotation des cultures
- L'utilisation de biopesticides préventifs
- Les méthodes mécaniques, physiques et culturales de protection des cultures
- La gestion de l'eau
- L'optimisation de la nutrition des plantes
- La protection des habitats naturels à proximité des terres agricoles

Ces actions peuvent être très efficaces et présentent peu de risques pour l'environnement et les personnes.

11.1.2.5. CONTRÔLE

La lutte antiparasitaire est nécessaire lorsque les seuils d'action sont dépassés et lorsque les actions préventives ne fonctionnent plus.

La combinaison de différentes méthodes apporte de meilleurs résultats en termes de durée et d'efficacité.

Les méthodes utilisées en lutte intégrée incluent :

- Le piégeage (par exemple les pièges à phéromones)
- Les traitements thermiques ou cryogéniques
- L'enlèvement physique (manuel, mécanique, etc.)
- La lutte biologique
- L'application de pesticides

Il est important d'évaluer les effets des actions de lutte antiparasitaire et des stratégies mises en œuvre.

Ces évaluations peuvent être faites en conservant :

- Un registre régulièrement mis à jour de toutes les méthodes de lutte antiparasitaire utilisées (surveillance, prévention, contrôle), y compris de toutes les applications de pesticides (biologiques ou non).
- Un résumé des expériences passées afin de ne pas répéter les mêmes erreurs et d'éviter de futurs problèmes

LA BASE DE DONNÉES DE PROTECTION DES CULTURES DU COLEAD DONNE DES INFORMATIONS SUR LES BONNES PRATIQUES AGRICOLES

Elle a été mise en ligne en 2018 et est accessible à l'ensemble de ses membres et bénéficiaires. À ce jour, c'est l'une des seules à fournir des informations spécifiquement dédiées à l'appui du secteur horticole des pays ACP. Les données sur les Bonnes Pratiques Agricoles (BPA) sont obtenues à partir d'une combinaison de sources, notamment les essais de PPP en champs du COLEAD, les données des fabricants de PPP et la littérature scientifique. La base de données regroupe les LMR fixées par l'UE et le *Codex Alimentarius* pour les cultures horticoles clés dans les pays ACP. Elle réunit également les BPA (dose, intervalle entre traitements, délais avant récolte, etc.) qui garantissent le respect de ces LMR. Des informations supplémentaires telles que le type de pesticide, le statut de l'autorisation de la substance active en UE et dans les pays ACP, la classification recommandée par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) et le groupe de résistance (code FRAC pour les fongicides ; classification IRAC pour les insecticides) sont également disponibles. La base de données du COLEAD, est accessible sur notre site internet : <https://resources.colead.link/en/vue-substance-active-culture>.





12

PRINCIPAUX RAVAGEURS ET MALADIES DE L'ANANAS

12.1. PRINCIPAUX RAVAGEURS

12.1.1. NÉMATODES

RÉSUMÉ

Les nématodes sont de minuscules larves qui colonisent l'extrémité des racines principales et s'en nourrissent, ce qui affecte le développement de la plante et la qualité des fruits. Les espèces les plus répandues et ayant une importante économique sont les nématodes à galles (*M. javanica* et *M. incognita*), elles infestent le bout des racines et provoquent la formation de nodosités ou de galles. Les nématodes à lésions (*P. brachyurus*), se nourrissent dans le parenchyme cortical provoquant des lésions et, selon le niveau d'infection, il peut détruire les cellules de l'organisme. Les nématodes réniformes (*R. reniformis*), attaquent les racines latérales et les racines nourricières, mais les autres racines s'allongent normalement. L'effet de ces nématodes altère le système racinaire, affecte la croissance et le développement de la plante et a une incidence très importante sur la production.

RAVAGEURS (ESPÈCES RESPONSABLES)

- *Meloïdogyne javanica* (Treub) (ravageur majeur)
- *Meloïdogyne incognita* (Kofoid et White) (ravageur majeur)
- *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) (ravageur majeur)
- *Rotylenchulus reniformis* (Linford et Oliveira) (ravageur majeur)
- *Helicotylenchus dihystra* (Cobb) (ravageur mineur)

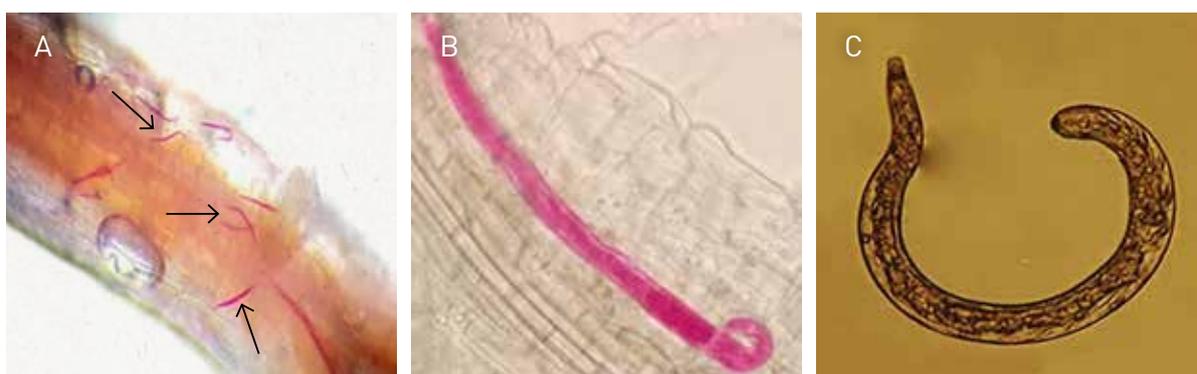


Figure 64 — Les nématodes : (a) *Meloïdogyne javanica*, (b) *Meloïdogyne incognita*, (c) *Pratylenchus brachyurus*

DESCRIPTION/IDENTIFICATION

RAVAGEUR(S)

Les nématodes sont des vers ronds exosquelette à corps non segmenté et recouverts d'une épaisse cuticule rigide, élastique et imperméable. Leur taille moyenne varie de 0,4 à 0,8 mm de longueur. Elles sont caractérisées par un stylet creux protractible qui leur permet de percer et traverser les parois racinaires et se déplacer dans les tissus de la plante.

SYMPTÔMES

PLANTE ENTIÈRE	<ul style="list-style-type: none">— La plante est chétive ;— Formation des zones ou lots de plantes hétérogènes (à faible croissance végétative) ;— Diminution de poids pour l'ensemble de la plante.
FEUILLES	<ul style="list-style-type: none">— Les feuilles présentent un flétrissement ;— Généralement étroites et érigées ;— Présence des tâches ou des colorations jaune rosé à rouge ;— Dessèchement à l'extrémité des feuilles (dans les cas les plus graves) ;— Réduction de la surface de la feuille D.
RACINES	<ul style="list-style-type: none">— Formation de nodosités (galles) visibles à l'œil nu ;— Réduction du système racinaire actives (à l'arrache de la plante) ;— Décoloration ou jaunissement des racines ;— Diminution ou disparition de la chevelure racinaire ;— Présence des lésions latérales visibles au microscope ;— Formation de nécroses de petites dimensions.
FRUITS	<ul style="list-style-type: none">— Formation des fleurs et du fruit réduits— Les fruits sont petits, à chair blanchâtre et acide ;— Réduction du poids des fruits.
FEUILLES	<ul style="list-style-type: none">— Les feuilles présentent un flétrissement ;— Généralement étroites et érigées ;— Présence des tâches ou des colorations jaune rosé à rouge ;— Dessèchement à l'extrémité des feuilles (dans les cas les plus graves) ;— Réduction de la surface de la feuille D.
RACINES	<ul style="list-style-type: none">— Formation de nodosités (galles) visibles à l'œil nu ;— Réduction du système racinaire actives (à l'arrache de la plante) ;— Décoloration ou jaunissement des racines ;— Diminution ou disparition de la chevelure racinaire ;— Présence des lésions latérales visibles au microscope ;— Formation de nécroses de petites dimensions.



Figure 65 — Formation de galles ou nodosités (racines infestées par *Meloidogyne*)

DÉGÂTS

- Perte de la vigueur de la plante ;
- Les racines atteintes sont généralement moins résistantes aux autres maladies ;
- Les plants parasités sont souvent rabougris ;
- Diminution de rendement en première récolte ;
- Faible production de rejets.

IMPACT SUR LE RENDEMENT

Les nématodes peuvent induire une perte de rendement de l'ordre de 30 à 40 % en première récolte.

PRINCIPAUX PARTIES AFFECTÉES

- Racines

STADES VÉGÉTATIVES AFFECTÉES

- Plantation
- Croissance végétative
- Floraison
- Fructification

ORGANISME DE QUARANTAINE

Les espèces de nématodes tels que *Meloïdogyne javanica* (Treub) et *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White), sont très répandues et signalées dans presque tous les pays producteurs d'ananas. *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White) est le nématode phytoparasite le plus répandu et probablement le plus grave des régions tropicales et subtropicales du monde entier. Il est présent en tant que ravageur sur une très large gamme de cultures.

Par contre l'espèce de nématode *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) est juste signalée dans les Iles Hawai, aux Antilles, en Australie, en Afrique du Sud et en Côte-d'Ivoire.

L'espèce *Rotylenchulus reniformis* (Linford et Oliveira) est surtout signalée à Hawai et aux Antilles.

CONDITIONS FAVORABLES

CONDITIONS CULTURALES

- Monoculture ;
- La présence des adventices.

TEMPÉRATURES

- Les températures élevées et des conditions humides sont favorables au développement des nématodes ;
- La saison sèche est favorable à l'expression des symptômes.

HUMIDITÉ DU SOL

- La présence d'un film d'eau est indispensable pour que les larves ou les adultes se déplacent dans le sol ou sur les organes attaqués, grâce à des mouvements ondulatoires.

SOLS

- Les sols à texture sableux et bien aérés favorisent les mouvements et la rencontre entre mâles et femelles, permettant la reproduction et conséquemment l'augmentation rapide des populations.
- Les sols acides avec un pH variant entre 4,5 à 5,5 et très acides (< 4) favorisent l'augmentation de la population des nématodes telles que *R. reniformis* et des populations de *Pratylenchus* respectivement.
- Faible teneur en matières organiques du sol.
- Les fortes températures au niveau du sol (> 27° C).

CYCLE DE VIE DU RAVAGEUR

De façon générale le cycle de développement des nématodes est typiquement divisé en 6 stades à savoir le stade œuf, quatre stades juvéniles et un stade adulte.

Les nématodes ont un cycle de vie divisé en deux phases :

- une phase exophyte dans le sol : de la ponte à la pénétration des juvéniles dans la racine.
- une phase endophyte d'élaboration du site nourricier au niveau de la racine : permet l'établissement, le développement et la reproduction du nématode.

MELOÏDOGYNE JAVANICA (TREUB) ET MELDIDOGYNE INCOGNITA (KOFOLD ET WHITE)

ŒUFS	<ul style="list-style-type: none">— Cycle complet (formation) : entre 3 à 4 semaines à 25°- 30°C ;— Éclosion : 8 à 10 jours après la ponte dans le sol.
LARVES	<ul style="list-style-type: none">— Divisées en quatre stades juvéniles/ larvaires nommées (larves L1, L2, L3 et L4) ;— La croissance des larves à la fin de chaque stade larvaire induit une mue ;— La larve L1 se développe à l'intérieur de l'œuf ;— La larve L3 est la forme infectieuse ;— Les stades juvéniles/ larvaires (L2, L3 et L4) mènent à la formation de l'adulte immature ;— La larve L4 mesure entre 0,35 à 0,40 mm de long.
ADULTES	<p>Le cycle de vie de ces espèces (entre l'inoculation de la racine et le début de l'éclosion des premiers œufs) est en moyenne de 63 jours à une température de 15,7°C, 25 jours à une température de 25°C et 17 jours pour une température 27°C.</p> <p>MÂLES</p> <ul style="list-style-type: none">— Mobiles— Forme filiforme— Longueur : 1 à 3 µm— Tête arrondie— Stylet court et puissant avec des renflements basaux très marqués. <p>FEMELLES</p> <ul style="list-style-type: none">— Sédentaire et fixée au système racinaire— Forme piriforme— Longueur : 0,8 mm— Couleur blanchâtre— Taille : 0,5 mm de diamètre— Pond par grappes de 40 à 60 dans une masse mucilagineuse

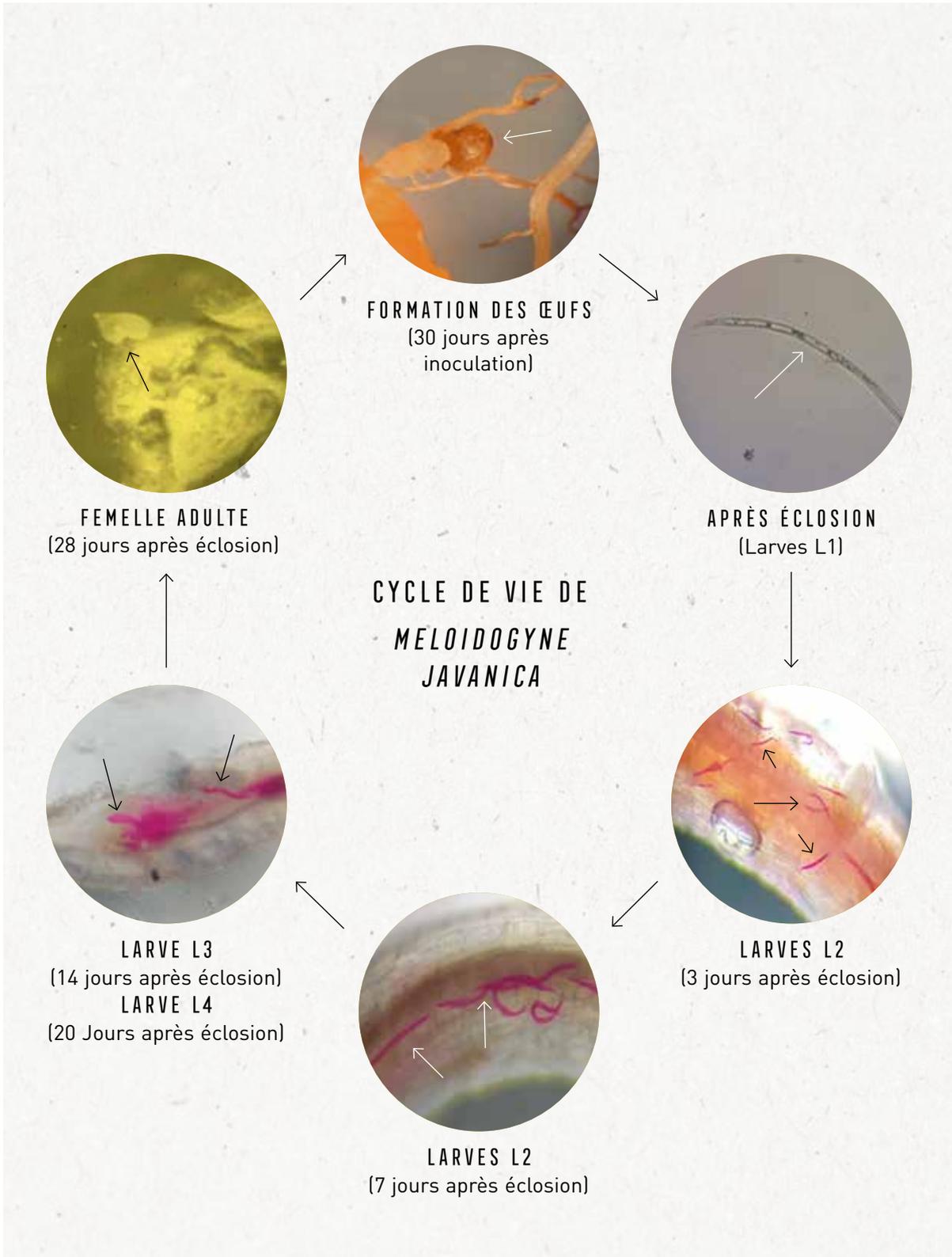


Figure 66 — Cycle de vie de *Meloidogyne javanica* dans les racines. Les flèches indiquent les stades de vie du nématode dans la racine. Les racines ont été colorées avec de la fuchsine acide
Source : Asadi-Sardari *et al.*, 2022



Figure 67 — Cycle de vie de *Meloidogyne incognita*
Source: Sikandar et al., 2020

PRATYLENCHUS BRACHYURUS (GODFREY)

L'espèce de *Pratylenchus brachyurus* est capable de pénétrer dans la racine, essentiellement au voisinage de la zone d'élongation, à tout stade de son développement et pondre très rapidement après leur pénétration.

ŒUFS	<ul style="list-style-type: none">— Ponte : 33 jours environ ;— Éclosion : 17 jours après la ponte dans le sol.
LARVES	<ul style="list-style-type: none">— La larve L3 est la forme infectieuse ;— Les stades juvéniles/ larvaires (L1, L2, L3 et L4) est de 16 jours.
ADULTES	<ul style="list-style-type: none">— Le stade adulte dure 15 jours ;— La femelle est un endoparasite migrateur typiquement vermiforme de 0,4 à 0,8 mm de longueur, qui porte un stylet court et fort ;— Les mâles se rencontrent très rarement ;— Espèce très polyphage, ce qui lui permet de survivre aisément entre deux cycles de culture d'ananas en présence des racines résiduelles de la culture ;— Leur survie pourrait atteindre 96 semaines en présence de fragments de racines vivantes et en leur absence la survie serait ramenée à environ 30 semaines.

ROTYLENCHULUS RENIFORMIS (LINFORD ET OLIVEIRA)

ŒUFS	<ul style="list-style-type: none">— Les œufs sont émis dans une masse gélatineuse qui en compte habituellement plus de 100 œufs ;— La ponte commence 9 jours après la pénétration de la femelle juvénile. L'éclosion intervient au bout de 8 jours, le un cycle total est d'environ 25 jours.
LARVES	<ul style="list-style-type: none">— La larve L2 mesurent moins d'un demi-millimètre de long ;— La larve L3 pénètre dans la racine d'ananas où, après une dernière mue, elle se transforme en femelle sédentaire semi-endoparasite.
ADULTES	<ul style="list-style-type: none">— Avec le développement des gonades, la femelle prend une forme renflée typique ;— Le mâle, non parasite, vit libre dans le sol ;— La reproduction est essentiellement sexuée.

HELICOTYLENCHUS DIHYSTERA (COBB)

Les espèces appartenant à ce genre sont des espèces ecto ou semi-endoparasites qui ne s'attaquent qu'aux couches superficielles de cellules ; de ce fait, leur importance économique est bien moindre que celle des espèces précédentes. Cependant, en cas de forte pullulation, leur impact n'est probablement pas négligeable.

SURVEILLANCE

- La lutte contre les nématodes doit débuter, dans la mesure du possible dès la préparation du terrain.
- Une inspection régulière et attentive doit être réalisée dans l'exploitation sur la base d'une fiche d'observation et de surveillance pour identifier les plantes présentant un jaunissement progressif des feuilles, une perte de vigueur, une croissance retardée (rabougrissement) ou une mort éventuelle.
- En cas de présence d'un de ces symptômes, la réalisation d'analyses du sol et des racines en laboratoire permettra d'obtenir un aperçu du niveau d'infestation par les nématodes et de détecter les dégâts (lésions, galles) causés par les nématodes.
- La première inspection doit être faite avant le premier traitement de rappel pour apprécier l'efficacité du traitement de plantation. Une deuxième inspection doit être réalisée environ 2 mois plus tard soit vers 5 mois pour décider d'un éventuel deuxième traitement. À titre indicatif les seuils de traitement pour *Pratylenchus* sont de 5 000 individus/100 grammes de racines dans les sols lourds à pH élevé et 10 000 individus/100 grammes de racines dans les autres cas.
- Une inspection au TIF permet d'évaluer à posteriori l'efficacité du traitement. Il est possible d'utiliser les mêmes molécules que celles proposées en formulation liquide pour le traitement à la plantation.

CONTRÔLE CULTURAL

STADE PRÉ-PLANTATION

- Faire la rotation pour abaisser la population initiale de nématodes ou retarder l'infestation des racines d'ananas pendant quelques mois. Il peut s'agir de cultures vivrières, fruitière ou fourragère. Quelques exemples de cultures à intégrer dans des rotations sont :
 - Les plantes fourragères : *Mucuna pruriens*, *Crotalaria juncea*, *Cajanus indicus*, *Triticum aestivum*, *Glycine javanica*, *Panicum maximum*, *Brachiaria decumbens*, *Digitaria decumbens*, etc).
 - Les cultures vivrières : la canne à sucre, le bananier
- Réaliser des jachères cultivées avec des plantes améliorantes non parasitées par les nématodes. Le choix de la plante doit tenir compte à la fois de l'espèce de nématodes contre laquelle on veut lutter, de sa facilité de culture (vitesse de levée, pouvoir couvrant du sol) et des possibilités de la maîtriser par la suite pour qu'elle ne concurrence pas la culture d'ananas. Parmi les espèces végétales à potentiellement intéressantes on peut citer :
 - *Mucuna pruriens* (contre *Rotylenchulus*, *Pratylenchus* et *Meloidogyne*)
 - *Macroptilium atropurpureum* (*Siratro*) (contre *Rotylenchulus*)
 - *Crotalaria usaramoensis*, *Flemingia congesta* (contre *Pratylenchus* et *Meloidogyne*)

- *Cajanus indicus* (contre *Meloidogyne*)
 - *Panicum maximum* (contre *Rotylenchulus*, *Pratylenchus* et *Meloidogyne*)
 - *Brachiaria decumbens* (contre *Rotylenchulus*)
 - *Digitaria umfolozi* (contre *Pratylenchus*)
 - *Digitaria decumbens* (contre *Meloidogyne*)
 - *Eupatorium odoratum* (contre *Pratylenchus*)
 - *Tagetes patula* (contre *Rotylenchulus*)
- Utiliser le système de rotation appelé «STRong» pour la gestion des nématodes à galles. Le système a été développé par African Farmers' Organic Research and Training (AfFOResT), une ONG au Zimbabwe. Elle consiste à planter en rotation une culture sensible, suivie d'une culture tolérante puis d'une culture résistante avant de revenir à la culture sensible.

STADE PLANTATION

- Utiliser des rejets sains et exempts de maladies.
- Éviter de planter par temps humide.
- Planter dans une zone non ombragée.
- Ne pas associer aux plants d'ananas les cultures telles que la tomate.
- Utiliser des cultures pièges telles que le tagète (*Tagandes spp.*) et la moutarde indienne en association avec la culture d'ananas (ces cultures pièges sont des cultures plantées pour attirer un ravageur et qui est ensuite se détruite avec le ravageur). L'association de la culture d'ananas avec le tagète ou la moutarde indienne permet de minimiser les dommages causés par les nématodes à galles.

Utiliser des plantes non-hôtes telles que :

- *Mucuna pruriens*, *Crotalaria juncea*, *Triticum aestivum*, *Sinapis alba*, *Tagandes erecta*, *Glycine javanica*, *Digitaria umfolozi*. Ces plantes éliminent les nématodes. Leurs résidus ont un effet « biofumigant » lorsqu'ils se décomposent (Soler *et al.*, 2021).
- *Brassica juncea* var. *Integrifolia* ou *Brassica juncea* var. *Juncea*. Ces plantes peuvent être utilisées comme culture intercalaire dans les champs infestés. Dès que les espèces fleurissent, elles sont paillées et incorporées au sol. Alors que les parties végétales incorporées se décomposent dans un sol humide, les composés nématocides de ce processus de décomposition tuent les nématodes.

STADE VÉGÉTATIF

- Éliminer les plantes infectées pour réduire l'incidence lors de la prochaine plantation.
- Éliminer périodiquement les plantes adventices.
- Retirer et détruire les plantes ou les parties des plantes infectées par des maladies ou endommagées par des insectes.

STADE REPRODUCTIF (FLORAISON ET FRUCTIFICATION)

- Enlever les mauvaises herbes autour des plantes.
- Retirer et détruire les débris végétaux et les plantes infestées.

STADE POST-RÉCOLTE

- Déraciner les plantes entières du champ après la récolte et détruisez les débris de culture.
- Maintenir une période de jachère exempte de mauvaises herbes d'au moins 6 mois pour obtenir un déclin significatif de la population de nématodes.

BIO-CONTRÔLE

STADE VÉGÉTATIF

Utiliser des agents de bio-contrôle des nématodes tels que :

- Les coléoptères de la famille des *Staphylinidae*,
- Les champignons prédateurs, dont les champignons ovicides qui tuent les œufs.
- Les champignons à spores adhésives ; endomycorhizes (vivant en symbiose avec les racines).
- *Trichoderma spp.* : principalement reconnus pour leur action directe de lutte biologique contre un large éventail d'agents pathogènes, aussi bien telluriques que sur les parties aériennes des plantes.
- *Purpureocillium Lilacinum*.
- *Stratiolaelaps scimitus* (pour une lutte préventive : appliquer une fois 250 individus par m² et pour une lutte curative ; réappliquer la dose de prévention ou l'augmenter jusqu'à 4 fois).
- Parmi les options efficaces, on trouve le champignon *Paecilomyces lilacinus*, qui parasite les œufs et les larves des nématodes, réduisant ainsi leur population. De plus, le nématode entomopathogène *Steinernema carpocapsae* est utilisé pour infecter et tuer les nématodes nuisibles.

BIOPESTICIDES

Sous réserve de leurs homologations dans les pays d'utilisation et du respect des normes en vigueur dans les pays ACP, l'utilisation de biopesticides, tel que l'abamectine, l'azadirachtine ou l'extrait d'ail, peut être efficace contre les nématodes.

Enfin, les produits à base de chitosane, un biopolymère dérivé de la chitine des crustacés, renforcent les défenses naturelles des plantes et réduisent l'impact des nématodes en modifiant leur comportement et leur reproduction.

LUTTE CHIMIQUE

Sous réserve de leurs homologations dans les pays d'utilisation et du respect des normes en vigueur (niveaux maximaux de résidus LMR) dans les pays ACP, il existe plusieurs produits chimiques actifs contre les nématodes (nématicides) qui peuvent être utilisés contre les nématodes, tels que le fosthiazate ou le fluopyram.

N.B.

- Ces produits peuvent être toxiques, rapprochez-vous de votre fournisseur de produits phytosanitaires pour trouver le produit commercial correspondant et connaître les conditions d'utilisation (mode et dose d'application) les plus adaptées à votre contexte spécifique dans le respect de la législation de votre pays.
- Attention ces recommandations de produits sont à titre indicatives, la réglementation peut changer. Pour en savoir plus sur la liste des produits homologués localement, veuillez contacter vos autorités nationales.
- Lors de l'utilisation de PPP, tenez toujours compte de l'approbation locale et des limites maximales de résidus des marchés cibles. Compte tenu de l'évolution des réglementations et des normes phytosanitaires régissant l'utilisation des produits phytosanitaires, notamment des modifications des limites maximales de résidus (LMR) de l'Union européenne (UE) et du Codex Alimentarius, le COLEAD a créé une base de données de protection des cultures, accessible [ici](#). La base de données fournit des informations actualisées sur les bonnes pratiques agricoles (BPA), notamment extraites des essais sur le terrain des produits phytosanitaires (PPP) du COLEAD, des données des fabricants de PPP et la littérature scientifique. Des informations supplémentaires actualisées sur les limites maximales de résidus (LMR) dans divers marchés cibles sont accessibles via [la boîte à outils d'homologation des pesticides de la FAO](#).

AUTRES MÉTHODES DE CONTRÔLE

STADE PRÉ-PLANTATION

De nouvelles stratégies ou méthodes de contrôle des nématodes de l'ananas ont été testées, il s'agit de :

- L'utilisation de l'eau ozonée (Veronico *et al.*, 2017),
- L'utilisation du silicium (Roldi *et al.*, 2017),
- L'utilisation de la vapeur et de la solarisation (Kokalis-Burelle *et al.*, 2016).

D'autres approches plus empiriques incluent notamment l'utilisation de déjections animales :

- Urine de vache : Diluer un litre d'urine de vache dans dix litres d'eau et mouiller toute la plante à raison de 80-120 l/acre à intervalles réguliers.
- Bouse de vache + Urine de vache : 12,5 kg de bouse de vache fraîche et 12,5 litres d'urine de vache sont rassemblés dans un pot en terre et mélangés à 12,5 litres d'eau. Le pot est couvert et le mélange est laissé à fermenter pendant une semaine. De temps en temps, il est remué à l'aide d'un bâton. Après une semaine de fermentation, le mélange est filtré et 100 g de chaux sont ajoutés. La concentration est diluée avec de l'eau dans un rapport de 1:10 et pulvérisée sur la culture à raison de 80-100 l/acre.

Notez que l'utilisation de mélanges faits maison risque de laisser des résidus que nous ne pouvons pas connaître avec exactitude ; de plus, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour déterminer leur efficacité et les doses d'application optimales.

12.1.2. SYMPHYLIDES

RÉSUMÉ

Symphylides sont de petits myriapodes qui dévorent l'extrémité des racines (y compris les poils absorbants), ce qui entraîne une mauvaise absorption des éléments nutritifs de la plante d'ananas suivi du dépérissement de son système racinaire et du ralentissement de sa croissance avec pour conséquence une action dépressive sur le rendement de l'ananas. Les principales espèces sont *Scutigerella sakimurai*, *Hansentella unguiculata* et *Hanseniella ivorensis*

RAVAGEURS (ESPÈCES RESPONSABLES)

- *Hanseniella ivorensis* (ravageur majeur)
- *Scutigerella sakimurai* (ravageur majeur)
- *Hanseniella unguiculata* (ravageur majeur).

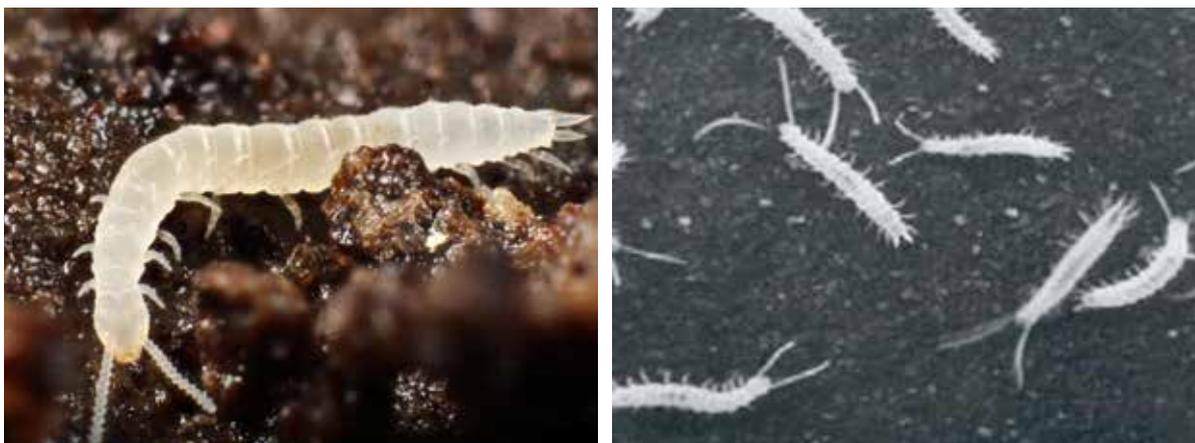


Figure 68 — *Hanseniella ivorensis*

DESCRIPTION/IDENTIFICATION

RAVAGEURS

Les symphylides adultes sont de minuscules myriapodes mesurant 6 à 10 mm de long sur quelques mm de large. Ils sont de couleur blanche, leur tête porte 2 longues antennes et leur corps, composé de 15 à 22 segments, est couvert de soies et prolongé par deux grosses cerques. Ils sont pourvus de 10 à 12 paires de pattes (la larve de *Scutigerella sakimura* en possède 6 mais celle de *H. ivorensis/ unguiculata* en possèdent 7). Ils sont aveugles, lucifuges et hygrophiles mais sont incapables de détecter une présence d'humidité à distance et de creuser des galeries dans le sol, ils se déplacent rapidement dans des fissures ou des galeries créées par des variations d'humidité du sol, des racines des végétaux ou des animaux souterrains (Queiroga *et al.*, 2023).

SYMPTÔMES

PLANTE ENTIÈRE	<ul style="list-style-type: none">— Formation des groupes homogènes de plants à faible croissance végétative ou ayant une très grande hétérogénéité de développement d'un pied à un autre dans les champs.— Les plants sont chétifs et mal enracinés.
RACINES	<ul style="list-style-type: none">— Réduction de la masse racinaire ou dépérissement des racines ;— Formation de « balais de sorcière » ;— Formation des racines très courtes autour de la base de la tige (l'apex de la racine principale est rongé en cratère) ;— Présence des lésions latérales sur les racines très tendres ;
FRUITS	<ul style="list-style-type: none">— Réduite par faible développement du plant

DÉGÂTS

- Faible développement du système racinaire
- La verse du plant.
- Ralentissement de la croissance de la plante
- Les fruits ne mûrissent pas, ce qui a inévitablement un effet dépressif sur le rendement.
- Favorise l'entrée des pathogènes (virus).

IMPACT SUR LE RENDEMENT

Les pertes de rendement en fruit dues aux symphylides sont estimée jusqu'à 40 à 50%.

PRINCIPAUX PARTIES AFFECTÉES

- Racine
- Fruit

STADES VÉGÉTATIVES AFFECTÉES

- Croissance végétative.
- Fructification

ORGANISME DE QUARANTAINE

- L'espèce *Hanseniella ivorensis* est largement répandue en Afrique
- Les espèces de *Scutigerella sakimurai* et de *Hanseniella unguiculata* sont largement répandues en Amérique.

CONDITIONS FAVORABLES

SOLS

- Sols bien «aérés», ayant un taux d'argile relativement élevé.
- Les sols à texture limono-argileuse, limono-sableux gravillonneux.
- Les sols à structure pierreuse et à gros grains.
- Les sols riches en matière organique.
- L'ameublissement du sol facilite la formation de leurs passages.
- Les structures de sol pierreuses et à gros grains sont favorables.

HUMIDITÉ ET TEMPÉRATURE DU SOL

- Une faible humidité
- Température de 28°C.
- Les saisons très sèches ou très pluvieuses sont peu favorables à la pullulation des symphylides.

CYCLE DE VIE DU RAVAGEUR

ŒUFS	<ul style="list-style-type: none">— Chez les symphyles, il n'y a pas d'accouplement direct, le mâle dépose dans les cavités du sol des spermatophores que la femelle récupère et stocke dans une poche séminale, proche de la zone buccale, dont elle utilise le contenu pour féconder elle-même ses ovules. Entre chaque mue, il y a une ponte d'une masse de 10 à 11 œufs dont la femelle prend le plus grand soin.— Éclosion des œufs à lieu au bout d'une dizaine de jours.
JUVÉNILES OU LARVAIRES	<ul style="list-style-type: none">— Les larves de <i>Scutigereella sakimura</i> sont pourvues de six (06) paires de pattes mais celles de <i>H. ivorensis</i> ou <i>unguiculata</i> en possèdent 7.
ADULTES	<ul style="list-style-type: none">— Longueur : 6 à 10 mm (selon l'espèce)— Couleur : blanche— La tête est composée de deux (02) longues antennes— Le corps est composé de segments, couvert de soies et prolongé par deux grosses cerques.— Ils sont pourvus de 12 paires de pattes— Le cycle complet de <i>H. ivorensis</i>, en conditions optimales (avec une température de 28° C) est de 47- 48 jours. L'adulte peut vivre plusieurs années.

SURVEILLANCE

- Les attaques du ravageur sont plus particulièrement à redouter à deux périodes du cycle de la plante : dans les deux mois qui suivent la mise en terre des rejets, au moment de la première vague d'émission racinaire, et 2 à 3 mois plus tard au moment de la seconde. D'une façon générale, des attaques au cours de cette dernière ont habituellement moins de conséquence qu'au cours de la première.
- En cas de soupçon d'infestation :
- Echantillonner le sol dans des récipients ;
- Disperser l'échantillon de sol sur une plastique noir pour rechercher de petits «vers» blancs (2-6 mm) qui se réfugient rapidement dans le sol pour fuir la lumière lorsqu'ils sont dérangés.
- Secouer les systèmes racinaires d'ananas sur du plastique noir ;
- Examiner les racines pour détecter la présence de balais de sorcière.

CONTRÔLE CULTURAL

STADE PRÉ-PLANTATION

- Labourer le sol pour augmenter le taux de mortalité de la population des symphyliques.
- Faire recours à la rotation et à la jachère.
- Préparer minutieusement le sol entre les cycles pour assurer une infestation minimale de symphyliques au moment de la plantation.

STADE PLANTATION

- Utiliser des rejets sains et exempts de pathogènes.

STADE VÉGÉTATIF

- Éliminer les plantes infectées par les symphyliques pour réduire l'incidence sur d'autres plantes.
- Éliminer périodiquement les plantes adventices.

STADE REPRODUCTIF (FLORAISON ET FRUCTIFICATION)

- Enlever les mauvaises herbes autour des plantes.
- Retirer et détruire les débris végétaux et les plantes infestées.

STADE POST-RÉCOLTE

- Déraciner les plantes entières du champ après la récolte et détruire les débris de culture.
- Maintenir une période de jachère exempte de mauvaises herbes d'au moins 6 mois pour obtenir un déclin significatif de la population de nématodes.
- Faire une rotation avec des plantes non-hôtes comme les céréales par exemple.
- Les plants d'ananas doivent être complètement détruits pendant la jachère (PIP/COLEACP, 2007).

BIO-CONTRÔLE

STADE VÉGÉTATIF

Utiliser des agents de bio-contrôle des nématodes tels que :

- Les centipèdes : *Lamyctemus coeculus Broleman*
- Les larves de coléoptère.
- *Stratiolaelaps scimitus*, pour une lutte préventive : appliquer une fois 250 individus par mètre carré. Pour une lutte curative : réappliquer la dose de prévention ou l'augmenter jusqu'à 4 fois.

CONTRÔLE À L'AIDE DES BIOPESTICIDES

STADE PRÉ-PLANTATION/STADE PLANTATION/STADE VÉGÉTATIF/STADE REPRODUCTIVE//STADE DE PRODUCTION DES REJETS

Utiliser des extraits de plantes tels que :

- Extrait de graines de neem (Azadirachtine) : pulvériser le sol à l'aide d'un produit à base d'Azadirachtine avant la plantation, au cours de la phase de croissance végétative et pendant la production des rejets.
- Extrait d'ail : pulvériser le sol à l'aide d'une solution d'extrait d'ail. L'ail (*Allium sativum*) possède des propriétés répulsives et insecticides grâce à ses composés soufrés, comme l'allicine, qui peuvent être appliqués pour repousser et tuer les symphylides.
- Cendre de bois : pulvériser le sol à l'aide d'une solution de cendre de bois de la plantation à la floraison.
- Extraits de *Quassia amara* : Les extraits de cette plante tropicale contiennent des quassinoïdes, des composés naturels qui agissent comme insecticides en perturbant le système nerveux des symphylides.
- Huile essentielle de clou de girofle : Riche en eugénol, cette huile essentielle est utilisée comme insecticide de contact, tuant rapidement les symphylides par contact direct.

- Terre de diatomée : Bien que souvent classée comme biopesticide mécanique, la terre de diatomée est une poudre abrasive naturelle qui endommage l'exosquelette des symphylides, provoquant leur déshydratation et leur mort.
- Pyréthrinés peuvent être utilisés comme produit biologique contre les symphylides dans les cultures d'ananas. Les pyréthrinés sont des insecticides naturels extraits des fleurs de certaines espèces de chrysanthèmes (*Chrysanthemum cinerariifolium* et *Chrysanthemum coccineum*). Elles agissent rapidement sur le système nerveux des insectes, les paralysant et les tuant.

LUTTE CHIMIQUE

Sous réserve de leurs homologations dans les pays d'utilisation et du respect des normes en vigueur (niveaux maximaux de résidus LMR) dans les pays ACP, il existe plusieurs substances actives contre les symphylides qui peuvent être utilisées, tels que les pyréthrinés, la deltaméthrine ou le lambda-cyhalothrine.

N.B.

- Ces produits peuvent être toxiques, rapprochez-vous de votre fournisseur de produits phytosanitaires pour trouver le produit commercial correspondant et connaître les conditions d'utilisation (mode et dose d'application) les plus adaptées à votre contexte spécifique dans le respect de la législation de votre pays.
- Attention ces produits sont à titre indicatifs, la réglementation peut changer. Pour en savoir plus sur la liste des produits homologués, veuillez consultez les liens suivants.

Lors de l'utilisation de PPP, tenez toujours compte de l'approbation locale et des limites maximales de résidus des marchés cibles. Compte tenu de l'évolution des réglementations et des normes phytosanitaires régissant l'utilisation des produits phytosanitaires, notamment des modifications des limites maximales de résidus (LMR) de l'Union européenne (UE) et du Codex Alimentarius, le COLEAD a créé une base de données de protection des cultures, accessible [ici](#). La base de données fournit des informations actualisées sur les bonnes pratiques agricoles (BPA), notamment extraites des essais sur le terrain des produits phytosanitaires (PPP) du COLEAD, des données des fabricants de PPP et la littérature scientifique. Des informations supplémentaires actualisées sur les limites maximales de résidus (LMR) dans divers marchés cibles sont accessibles via [la boîte à outils d'homologation des pesticides de la FAO](#).

12.1.3. COCHENILLES FARINEUSES

RÉSUMÉ

La cochenille farineuse également connue sous le nom de cochenille de l'ananas ou poux farineux (*Dysmicoccus brevipes*) est un ravageur qui cause de graves dommages à la culture de l'ananas dans le monde entier, car elle est associée à une maladie connue sous le nom de « flétrissement de l'ananas » ou « la maladie du Wilt ». Les cochenilles farineuses se logent généralement à l'aisselle des feuilles, à la base des rejets, sur les racines aériennes et à la base des fruits. Elles sucent la sève de la plante, ce qui a pour effet d'entraver la croissance du fruit et de provoquer l'apparition de zones chlorotiques.

Les agents vecteurs connus de la maladie sont :

- *Dysmicoccus brevipes*, *Dysmicoccus*
- *neobrevipes* et *Pseudococcus longispinus*.

RAVAGEURS (ESPÈCES RESPONSABLES)

- *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) (ravageur majeur)
- *Dysmicoccus neobrevipes* (ravageur majeur)
- *Pseudococcus longispinus* (ravageur mineur)

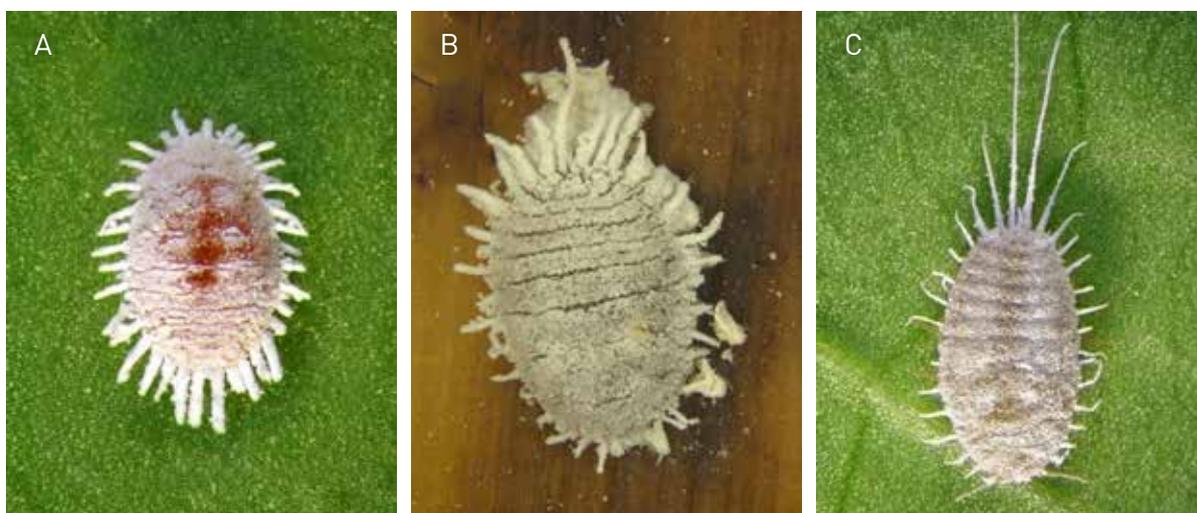


Figure 69 — Les différentes espèces de cochenilles farineuses.
Dysmicoccus brevipes (a); *Dysmicoccus neobrevipes* (b) et *Pseudococcus longispinus* (c)

DESCRIPTION/IDENTIFICATION

RAVAGEUR(S)

les *Dysmicoccus* (famille : hémiptère ; ordre : pseudococcidé) sont des insectes piqueurs suceurs qui mesurent environ 3 mm de long et 2 mm de large au stade adulte. Il existe deux différentes espèces de cochenille farineuse de l'ananas à savoir les espèces rose et grise.

Chez les cochenilles roses (*Dysmicoccus brevipes*), les adultes sont uniquement des femmes et ont une forme de corps en demi-sphère. Ils sont de couleur rose ou rose-orange. Par contre, chez les cochenilles grises (*Dysmicoccus neobrevipes*), la femelle adulte de 3 à 4 mm de long a une forme ovale allongée de couleur grisâtre (Figure 70). Les cochenilles roses (*Dysmicoccus brevipes*) se retrouvent principalement sur les racines, à l'aisselle des vieilles feuilles et à la base de la plante puis se reproduisent par mode parthénogénétique (ce qui signifie qu'aucun mâle ne féconde les œufs), tandis que les cochenilles grises (*Dysmicoccus neobrevipes*) sont plus retrouvées à la base des fruits et des rejets, elles se reproduisent sexuellement.

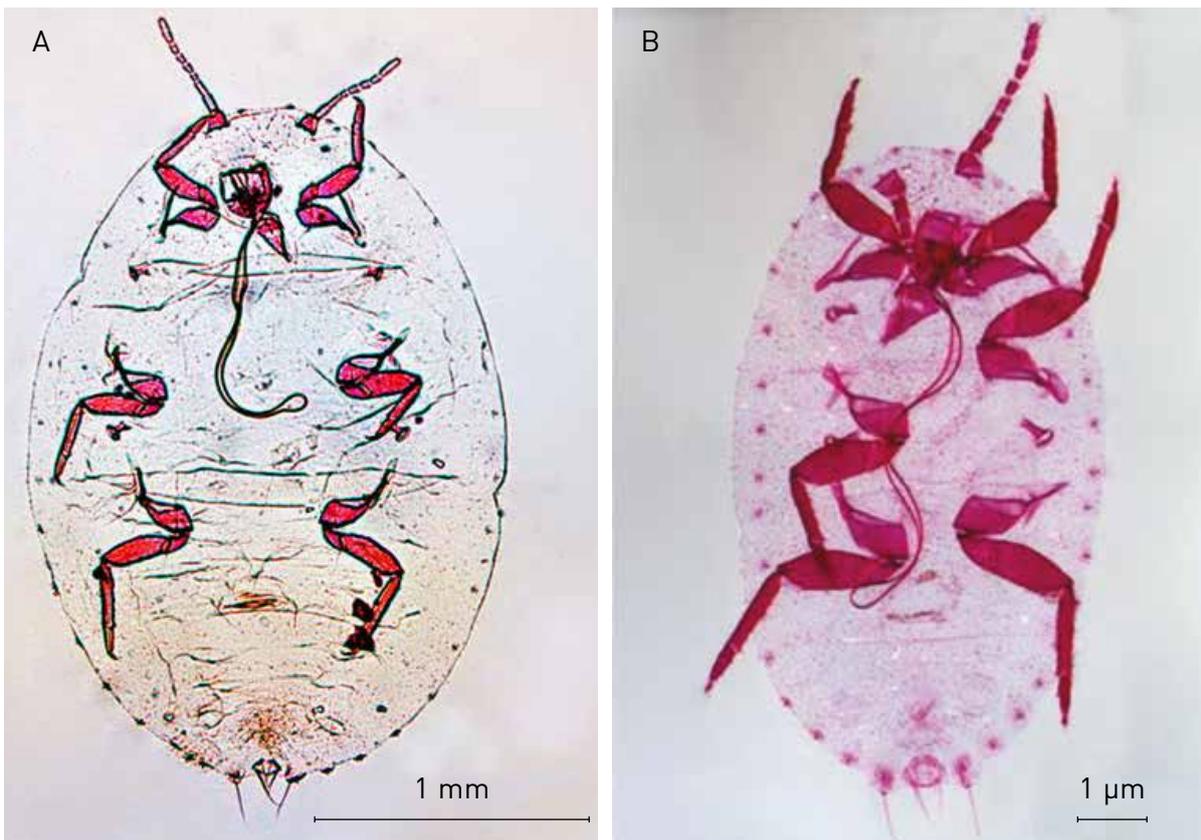


Figure 70 — Différences biologiques et morphologiques entre les cochenilles roses (*Dysmicoccus brevipes*) (a) et les cochenilles grises (*Dysmicoccus neobrevipes*) (b)
https://entnemdept.ufl.edu/creatures/fruit/mealybugs/pineapple_mealybug.htm

SYMPTÔMES

FEUILLES	<ul style="list-style-type: none">— Présence de colonies blanche de cochenilles à l'aisselle des feuilles ;— Décoloration (rougissement, suivi d'un jaunissement) des feuilles ;— Les bords des feuilles se recourbent vers le bas, puis les feuilles s'incurvent vers le sol et finissent par se dessécher.
RACINES	<ul style="list-style-type: none">— Présence de colonies blanche de cochenilles su les racines.
FRUITS	<ul style="list-style-type: none">— Présence de colonies blanche de cochenilles à la base des fruits ;— Les fruits sont atrophiés.



Figure 71 — Colonies de *Dysmicoccus* à la base du fruit

DÉGÂTS

- Arrêt de croissance racinaire des plants ;
- Réduction et nécrose des systèmes racinaires ;
- Flétrissement soudain, rapide et irréversible des plants ;
- Perte de rigidité de la plante.

IMPACT SUR LE RENDEMENT

Dysmicoccus induit une perte de rendement d'ananas allant de 30 à 35 %.

PRINCIPAUX PARTIES AFFECTÉES

- Feuilles
- Racines
- Fruits

STADES VÉGÉTATIVES AFFECTÉES

- Croissance végétative
- Fructification

ORGANISME DE QUARANTAINE

- *Dysmicoccus* spp. est un organisme de quarantaine en Europe. Son incidence est plus marquée en zones tropicales et subtropicales.

CONDITIONS FAVORABLES

TEMPÉRATURES

- Les températures comprises entre 8 et 35°C conviennent au développement de *Dysmicoccus* spp.

CYCLE DE VIE DU RAVAGEUR

ŒUFS	<ul style="list-style-type: none">— Les œufs sont de couleur rose.— La durée du temps de développement et d'autres caractéristiques physiques de cette étape n'ont pas encore été étudiées.
LARVES OU NYMPHES	<ul style="list-style-type: none">— Il existe trois stades nymphaux pour les cochenilles farineuses de l'ananas, le premier stade est appelé chenille et est le stade de dispersion primaire de l'insecte. Il se nourrit pendant le premier et une partie du deuxième stade puis est principalement transporté par le vent vers un nouvel emplacement. Les nymphes ressemblent à des adultes plus petits, avec des corps blancs et aplatis recouverts d'un revêtement cireux, avec de longs filaments de cire.— Le temps total entre la nymphe et l'adulte est d'environ 26 à 55 jours, avec une moyenne de 34 jours. Le premier stade dure de 10 à 26 jours, le second de 6 à 22 jours et le troisième de 7 à 24 jours, selon la température extérieure (Mau et Kessing 2007).
ADULTES	<ul style="list-style-type: none">— Le développement jusqu'au stade adulte dure 24 jours chez les femelles et les mâles. La durée de vie d'une femelle adulte varie entre 48 à 72 jours, et celle du mâle entre 1 et 3 jours. L'adulte est peu mobile et vit généralement fixé sur la plante car le développement du corps dépasse le développement des pattes. Son transfert d'une plante à une autre, se fait essentiellement grâce à des fourmis. Celles-ci sont très friandes du miellat des cochenilles et elles entretiennent et déplacent des colonies de cochenilles. Les femelles ne pondent pas d'œufs, mais donnent déjà naissance à des larves vivantes.— Le stade adulte vit entre 31 et 80 jours, en moyenne 65 jours. Elle a une période de pré-larviposition, avant de donner naissance à des petits, qui dure environ 27 jours. L'adulte met ensuite bas périodiquement environ tous les 25 jours, avec une moyenne d'environ 250 petits, mais ce nombre peut aller jusqu'à 1 000. Après avoir fini d'accoucher, elle vivra environ cinq jours de plus avant de mourir (Mau et Kessing, 2007).



Figure 72 — Nymphé gélechioïde de la cochenille de l'ananas (*Dysmicoccus brevipes*)
Sources : Malumphy, 2015



Figure 73 — La femelle adulte de la cochenille de l'ananas (*Dysmicoccus brevipes*)
Sources : Malumphy, 2015

SURVEILLANCE

- Une surveillance régulière notamment aux stades de végétation et de fructification (6 semaines, 14 semaines, 6 mois, 8 mois et 10 mois) par arrachage et contrôle de la base de la dernière feuille. Les mesures de lutte sont choisies en fonction de l'évolution de la densité de la population du ravageur. Le seuil d'intervention est ciblé en fonction des conditions locales de l'exploitation. La surveillance se fait également par l'usage des appâts pour les fourmis. L'intervention se fait dès piégeage du premier mal cochenille.
- Dix points sur 50 plantes dans les plantations de moins de cinq hectares ; 20 points sur 50 plantes dans les plantations de plus de cinq hectares. Si vous trouvez cinq plantes (plantations jusqu'à 5 ha) ou dix plantes (plantations de plus de 5 ha) présentant des symptômes pendant le développement végétatif (du deuxième mois après la plantation jusqu'au traitement d'induction florale), effectuez un traitement.

CONTRÔLE CULTURAL

STADE PRÉ-PLANTATION

- Labourer en profondeur pour détruire les mauvaises herbes présentes dans le champ.
- Ramasser et détruire les résidus de la récolte précédente.
- Rotation de culture.

STADE PLANTATION

- Utilisation des rejets sains ; parage et désinfection des rejets avant plantation.
- Utiliser des rejets sains et exempt de cochenille
- Désinfection les rejets avant plantation.
- Éviter de planter par temps humide.
- Planter dans une zone non ombragée.

STADE VÉGÉTATIF

- Éliminer les plantes infectées par *Dysmicoccus* (durant les 3 premiers mois) pour réduire leur incidence sur les autres plantes.
- Éliminer périodiquement les plantes adventices.
- Enlever les mauvaises herbes autour des plantes.
- Retirer et détruire les débris végétaux et les plantes infestées.

STADE POST-RÉCOLTE

- Maintenir une période de jachère exempte de mauvaises herbes d'au moins 6 mois pour obtenir un déclin significatif de la population des cochenilles farineuses

BIO-CONTRÔLE

STADE VÉGÉTATIF

Utiliser des agents de bio-contrôle des cochenilles farineuses tels que :

- Les parasitoïdes de la famille Encyrtidae, *Anagyrus ananatis*, *Euryrhopalus propinquus* et *Hambeltonia pseudococcina*.
- Les prédateurs de la famille Coccinellidae, *Nephus bilucenarius* et *Scymnus uncinatus*.
- L'acarien prédateur *Anystis baccarum* : il est recommandé de lâcher 250 individus par 1 000 plantes pour la prévention et de 1 000 individus ou plus, pour le même nombre de plantes, lorsque le seuil d'attaque de la culture est important.
- ***Stratiolaelaps scimitus*** : il est recommandé de lâcher pour une lutte préventive une fois 250 individus par mètre carré et pour une lutte curative un relâchement au même taux de prévention ou d'augmenter le taux jusqu'à 4 fois.
- Des souches de *Metarhizium anisopliae* ont été testées avec succès sur des cochenilles de l'ananas (*Dysmicoccus brevipes*) (Cockerell) dans des conditions contrôlées (Liang, 2008).

N.B

Dans de nombreux pays, le bio-contrôle est efficace lorsque les fourmis (*Pheidole*, *Iridomyrmex* et *Solenopsis*) sont contrôlées.

CONTRÔLE À L'AIDE DES BIOPESTICIDES

STADE VÉGÉTATIF

Utiliser des huiles essentielles ou des extraits de plantes tels que :

- Huile de neem : pulvériser l'huile de neem sur les plantes infestées.
- Huile de *Gaultheria fragrantissima* : l'huile essentielle de *Gaultheria fragrantissima*, est un bioinsecticide pour le contrôle des cochenilles farineuse de l'ananas (N'Guessan *et al.*, 2024).

Tourteaux de neem : l'application du tourteau de neem au sol 100 jours après la plantation puis 180 jours après la plantation (N'Guessan *et al.*, 2024).

LUTTE CHIMIQUE

Sous réserve de leurs homologations dans les pays d'utilisation et du respect des normes en vigueur (niveaux maximaux de résidus LMR) dans les pays ACP, il existe plusieurs substances actives contre les cochenilles farineuses qui peuvent être utilisées, tels que le diazinon, les pyréthrinés, la deltaméthrine ou la lambda-cyhalothrine.

N.B.

- Ces produits peuvent être toxiques, rapprochez-vous de votre fournisseur de produits phytosanitaires pour trouver le produit commercial correspondant et connaître les conditions d'utilisation (mode et dose d'application) les plus adaptées à votre contexte spécifique dans le respect de la législation de votre pays.
- Attention ces produits sont à titre indicatives, la réglementation peut changer. Pour en savoir plus sur la liste des produits homologués, veuillez consultez les liens suivants.
- Lors de l'utilisation de PPP, tenez toujours compte de l'approbation locale et des limites maximales de résidus des marchés cibles. Compte tenu de l'évolution des réglementations et des normes phytosanitaires régissant l'utilisation des produits phytosanitaires, notamment des modifications des limites maximales de résidus (LMR) de l'Union européenne (UE) et du Codex Alimentarius, le COLEAD a créé une base de données sur la protection des cultures (e-GAP), accessible [ici](#). La base de données fournit des informations actualisées sur les bonnes pratiques agricoles (BPA), notamment extraites des essais sur le terrain des produits phytosanitaires (PPP) du COLEAD, des données des fabricants de PPP et la littérature scientifique. Des informations supplémentaires actualisées sur les limites maximales de résidus (LMR) dans divers marchés cibles sont accessibles via [la boîte à outils d'homologation des pesticides de la FAO](#).

Le traitement de plantation d'ananas se faire par pulvérisation :

STADE PLANTATION

- Lorsque les plantules proviennent d'une plantation infestée de cochenilles farineuses, elles doivent être traitées par immersion pendant 3 à 5 minutes dans un mélange insecticide-acaricide avec l'un des produits listés en haut. Ajouter au mélange un épandeur d'adhésif afin qu'il soit bien réparti et qu'il reste collé à la surface de la plante. Après le trempage, les plantules doivent être placées dans des papier ou des boîtes en plastiques perforées afin que l'excédent du mélange retourne dans la solution. Les plants sont ensuite étalés pour sécher.

STADE VÉGÉTATIF

- Si au moins une plante présentant des symptômes de flétrissement ou une colonie de cochenilles farineuses est détectée dans une plantation allant jusqu'à cinq hectares, ou au moins deux plantes présentant des symptômes de flétrissement ou une (des) colonie(s) de cochenilles farineuses dans des plantations de plus de cinq hectares, il convient de procéder à une lutte chimique localisée (dans les touffes et les plantes adjacentes), en appliquant l'un des insecticides énumérés plus haut. Poursuivre la surveillance et répéter le traitement si nécessaire. Les insecticides contre les cochenilles farineuses de l'ananas sont applicables à intervalles mensuels.
- En cas d'infestations fortes, 2 traitements seront successivement réalisés à 1 mois d'intervalle.
- Étant donné la localisation des cochenilles, il faut utiliser un important volume de liquide à l'hectare pour obtenir un bon contact entre celles-ci et la solution. La bouillie doit emplir une partie de la rosette puis s'infiltrer à la base du plant. Il est préférable d'utiliser différents insecticides en alternance pour éviter l'apparition de résistance.

STADE PRODUCTION DE REJETS

Les traitements doivent impérativement être repris après la récolte du fruit sur les parcelles en production de rejets

AUTRE MÉTHODE DE CONTRÔLE

STADE VÉGÉTATIF

Utiliser des mélanges naturels faits maisons :

Piment : prenez 1 tasse de piments secs ou 2 tasses de piments frais, réduire en pâte fine, mettre dans un seau avec 1 litre d'eau et frotter avec les mains en couvrir les mains avec un sac en plastique ou porter des gants en caoutchouc, laisser tremper pendant au moins 1 heure ; presser et filtrer, compléter avec 1 litre d'eau et ajouter 1 cuillère à café de savon à main.

Notez que l'utilisation de mélanges faits maison risque de laisser des résidus que nous ne pouvons pas connaître avec exactitude ; de plus, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour déterminer leur efficacité et les doses d'application optimales.

12.1.4. COCHENILLES À CARAPACE

RÉSUMÉ

Les cochenilles à carapace se développent généralement sur l'appareil foliaire de la plante et sur les fruits également. Leur présence en grand nombre diminue l'activité photosynthétique des feuilles entraînant un ralentissement de croissance et favorise la formation de craquelures entre les yeux des fruits. Dans les cas extrêmes, la récolte peut être réduite à néant.

RAVAGEURS (ESPÈCES RESPONSABLES)

- *Diaspis bromeliae* (Kerner) (ravageur majeur);
- *Diaspis boisduvalii* (Signoret) (ravageur majeur);
- *Melanapsis bromeliae* (Hémiptère) (ravageur mineur)
- *Rhizoecus americanus* (ravageur mineur)

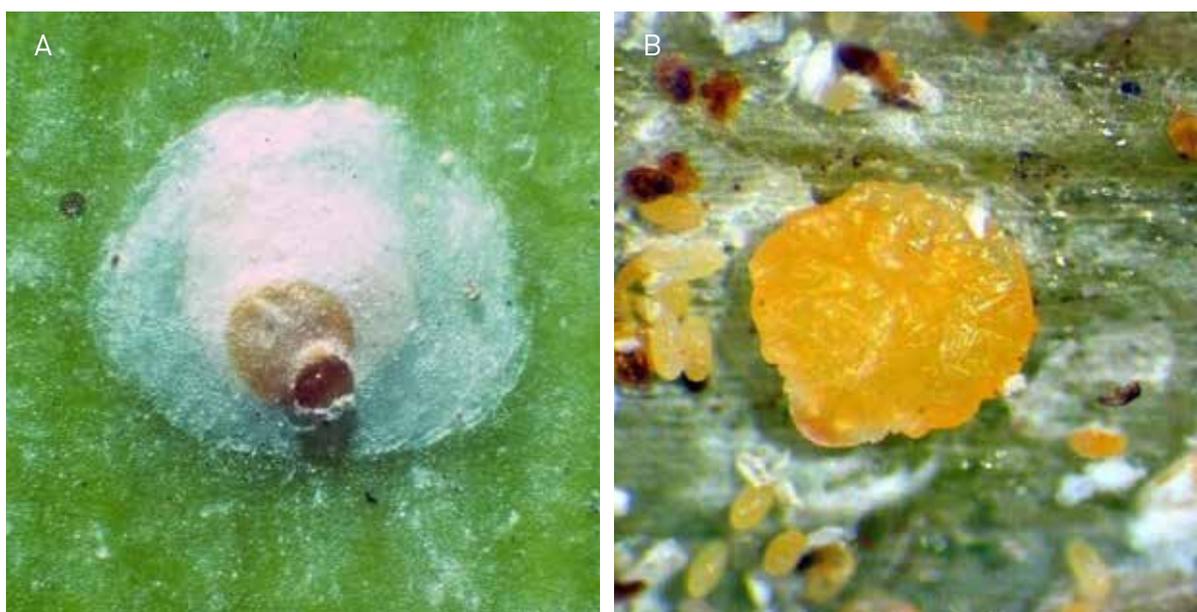


Figure 74 — Les cochenilles à carapaces : (a) *Diaspis bromeliae* ; (b) *Diaspis boisduvalii*
Source : <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/IN838>

DESCRIPTION/IDENTIFICATION

RAVAGEUR(S)

L'espèce *Diaspis bromeliae* est un insecte piqueur-suceur qui se nourrit de la sève élaborée. Elle est visible à l'œil nu et mesure quelques millimètres. Grossièrement triangulaire, elle a une couleur jaune au corps mou ; les pattes et les antennes ne sont pas apparentes et les pièces buccales ont de longs stylets ressemblant à des poils.

Les femelles de *Diaspis boisduvalii* sont blanches à jaune clair, d'environ 1,2 à 2,25 mm de diamètre, de forme circulaire ou ovale et recouvertes d'une peau de hangar circulaire ou ovale plate, blanche transparente, située au centre. Lorsque la couverture d'écailles est retirée, une seule projection en forme de corne de chaque côté du corps, près de la tête et du thorax, peut être visible. Les mâles sont de forme ovale à allongée et mesurent environ 1 mm de longueur, avec une couverture blanche et une peau marginale.

SYMPTÔMES

PLANTE ENTIÈRE	<ul style="list-style-type: none"> — Dessèchement de la plante ; — Colonies blanches des <i>Diaspis</i> spp. à la base du plant.
FEUILLES	<ul style="list-style-type: none"> — Présence de taches jaunâtres, grisâtres sur les feuilles (due à l'injection de salive chargée de toxines par <i>Diaspis bromeliae</i> et <i>Diaspis boisduvalii</i>).
FRUITS	<ul style="list-style-type: none"> — Formation de craquelures entre les yeux des fruits (<i>Diaspis bromeliae</i> et <i>Diaspis boisduvalii</i>) ; — Malformation ou mauvaise présentation de la couronne sur le fruit (due à une prolifère de <i>Pseudococcus longispinus</i> dans le cœur de la rosette de feuilles au moment de l'apparition de l'inflorescence puis sur la couronne du fruit)



Figure 75 — Chlorose causée par la cochenille *Diaspis boisduvalii*
<https://edis.ifas.ufl.edu/publication/IN838>

DÉGÂTS

- Ralentissement de croissance.
- Mort de la plante.
- Dépréciation de la valeur commerciale du fruit.

IMPACT SUR LE RENDEMENT

La récolte peut être réduite à néant.

PRINCIPAUX PARTIES AFFECTÉES

- Feuilles
- Fruits

STADES VÉGÉTATIVES AFFECTÉES

- Croissance végétative
- Fructification

ORGANISME DE QUARANTAINE

- L'espèce *Diaspis bromeliae* (Kerner) est rencontrée principalement aussi bien en pays tropical qu'en pays tempéré,
- L'espèce *Diaspis boiduvali* (Signoret) est très répandu, sa présence a été signalée aussi bien en Amérique latine, qu'en Afrique occidentale mais également à Hawaï, Sri Lanka, Taïwan.
- *Pseudococcus longispinus* (Targiani) est répandu en Afrique du Sud et à Hawaii.

CONDITIONS FAVORABLES

- L'ombrage favorise la pullulation des espèces *Diaspis bromeliae* et *Diaspis boiduvali*.
- La carence en zinc dans les plantes favorise leur multiplication.
- Le vent favorise la propagation des cochenilles.

CYCLE DE VIE DU RAVAGEUR

DIASPIS BROMELIAE (KERNER) ET DIASPIS BOISDUVALII (SIGNORET)

ŒUFS	<ul style="list-style-type: none">— Les œufs de forme ovale et translucide sont protégés par un bouclier circulaire de couleur beige clair.— Ils pondus sous la couverture de l'écaille de l'insecte.— L'éclosion intervient au bout 7 jours d'environ.
LARVES	<ul style="list-style-type: none">— Les trois stades larvaires, et un stade nymphal, sont achevés en 60 jours environ en été.— Les stades larvaires se développent sous un follicule de forme allongée constitué de cire blanchâtre.— Les larves immatures de Diaspis spp. nouvellement écloses sont minuscules, jaunâtres et très actives.— Les larves perdent leurs pattes lors de la première mue et restent sur ce site par la suite.
ADULTES	<ul style="list-style-type: none">— La femelle est un insecte protégé par un bouclier circulaire de couleur beige clair. Le mâle adulte est un insecte ailé.— Le mâle est sous la forme de petits insectes ailés de couleur orange qui s'accouplent et meurent après une courte durée de vie.

SURVEILLANCE

- Les plantes, en particulier les rejets ombragés où la croissance est dense, doivent être inspectées visuellement de façon régulière, surtout pendant les périodes sèches.
- En cas de carence en zinc dans les plantes, une vigilance accrue est nécessaire car cela semble favoriser la multiplication.

CONTRÔLE CULTURAL

STADE PLANTATION

- Réaliser un parage et une solarisation (cicatrisation au soleil sur les plants mère à l'envers de 24 à 48h).
- Espacer les rejets de manière à ce que leurs feuilles ne se touchent pas. Cela peut aider à éviter que les cochenilles ne se déplacent des plantes infestées vers les plantes voisines propres.

STADE VÉGÉTATIF

- Retirer les plantes infestées de la plantation pour éviter la propagation des cochenilles.

BIO-CONTRÔLE

STADE VÉGÉTATIF

Lâcher des agents de bio-contrôle des cochenilles à carapaces tels que :

- Les prédateurs telles que les coccinelles : *Rhizobius sp.*, *Orcus sp.*, *Telsimis nitida* et *Lindorus lophantae*
- Les parasites telles que ceux appartenant au genre *Aphytis*, des hyménoptères comme *Ablerus elegantulus* et *Encarsia spp.* (Aphelinidae); *Tetrastichus sp.*; *Coccidencyrtus ochraceipes* Gahan et *C. chraceipes*.

CONTRÔLE À L'AIDE DES BIOPESTICIDES

STADE VÉGÉTATIF

Utiliser des huiles essentielles ou des extraits de plantes tels que :

- Huile de neem (azadirachtine) : appliquer l'huile de neem dès les premiers signes de la présence des ravageurs. En cas de fortes populations de ravageurs, appliquer selon à intervalle de sept jours. Pulvériser jusqu'au ruissellement. Une couverture complète de tous les tissus de la plante est nécessaire pour lutter contre les insectes.
- Huile de thym : l'huile de thym provient des feuilles de la plante de thym qui contient un ingrédient actif appelé le thymol. C'est un biopesticide qui agit comme un répulsif et permet de contrôler les insectes. Les méthodes d'application sont : (application foliaire : vous pouvez pulvériser ou vaporiser le produit sur les feuilles des plantes avec un équipement de pulvérisation standard ; trempage : vous pouvez tremper les plants dans le mélange de produits. Le produit peut être appliqué dans le sol en aspergeant le mélange sur le sol ou en l'injectant dans le système d'irrigation du champ.

LUTTE CHIMIQUE

STADE PLANTATION

- Utiliser des insecticides et acaricides, tels que le diazinon, la deltaméthrine ou lambda-cyhalothrine.
- La lutte contre des cochenilles à carapaces doit être effectué au stade immature de la cochenille pour obtenir un contrôle efficace car les cochenilles à carapaces sont des cochenilles cuirassées, la couverture cireuse peut être encore présente même après avoir été efficacement tuée.

Consultez toujours l'étiquette du produit pour savoir quelle est l'application et le dosage corrects.

Sous réserve de leurs homologations dans les pays d'utilisation et du respect des normes en vigueur (niveaux maximaux de résidus LMR) dans les pays ACP, il existe différents produits actifs contre les cochenilles à carapaces qui peuvent être utilisées.

N.B.

- Ces produits peuvent être toxiques, rapprochez-vous de votre fournisseur de produits phytosanitaires pour trouver le produit commercial correspondant et connaître les conditions d'utilisation (mode et dose d'application) les plus adaptées à votre contexte spécifique dans le respect de la législation de votre pays.
- Attention ces produits sont à titre indicatives, la réglementation peut changer. Pour en savoir plus sur la liste des produits homologués, veuillez consultez les liens suivants.
- Lors de l'utilisation de PPP, tenez toujours compte de l'approbation locale et des limites maximales de résidus des marchés cibles. Compte tenu de l'évolution des réglementations et des normes phytosanitaires régissant l'utilisation des produits phytosanitaires, notamment des modifications des limites maximales de résidus (LMR) de l'Union européenne (UE) et du Codex Alimentarius, le COLEAD a créé une base de données sur la protection des cultures (e-GAP), accessible [ici](#). La base de données fournit des informations actualisées sur les bonnes pratiques agricoles (BPA), notamment extraites des essais sur le terrain des produits phytosanitaires (PPP) du COLEAD, des données des fabricants de PPP et la littérature scientifique. Des informations supplémentaires actualisées sur les limites maximales de résidus (LMR) dans divers marchés cibles sont accessibles via [la boîte à outils d'homologation des pesticides de la FAO](#).

AUTRES MÉTHODES DE CONTRÔLE

STADE VÉGÉTATIF

Utiliser des produits à base de substances naturelles provenant de sources minérales tels que :

- La paraffine qui recouvre les insectes et acariens nuisibles d'une couche de produit. La paraffine asphyxie les ravageurs qui meurent rapidement.
- Le kaolin, un matériau argileux. Il forme une barrière physique sur les cultures, empêchant les insectes de s'en nourrir.

Utiliser des mélanges faits maisons :

- Piment : prendre 1 tasse de piments secs ou 2 tasses de piments frais, réduire en pâte fine, mettre dans un seau avec 1 litre d'eau et frotter avec les mains en protégeant les mains avec un sac en plastique ou porter des gants en caoutchouc, laisser tremper pendant au moins 1 heure ; presser et filtrer, compléter avec 1 litre d'eau et ajouter 1 cuillère à café de savon à main.

Notez que l'utilisation de mélanges faits maison risque de laisser des résidus que nous ne pouvons pas connaître avec exactitude ; de plus, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour déterminer leur efficacité et les doses d'application optimales.

12.1.5. FOREUR DES FRUITS

RÉSUMÉ

Le foreur des fruits « *Strymon megarus* » anciennement connu sous le nom de *Thecla basalides*, est considéré comme l'un des principaux ravageurs de la culture de l'ananas dans plusieurs pays producteurs d'ananas. C'est un ravageur qui creuse des cavités plus ou moins profondes et provoque la déformation du fruit. Les chenilles se tiennent à la base des feuilles et sur les jeunes fruits. La plante réagit à l'activité de la chenille par la formation d'exsudats de gomme de couleur marron. Il est attiré par l'inflorescence d'ananas. Lorsqu'il n'est pas contrôlé, il peut causer des pertes allant jusqu'à 80%. Il a un petit nombre d'hôtes ; outre les ananas, on peut le trouver sur des espèces indigènes de broméliacées.

RAVAGEURS (ESPÈCES RESPONSABLES)

- *Strymon megarus/Thecla basilides* (Geyer) (ravageur majeur)
- *Batachedra* sp. (ravageur mineur)
- *Pyroderces* sp. (ravageur mineur)
- *Decadarchis* sp. (ravageur mineur)



Figure 76 — Le foreur de fruits *Strymon megarus* (anciennement appelé *Thecla basalides*)
Photo : Oirse (2013)

DESCRIPTION/IDENTIFICATION

RAVAGEUR(S)

Strymon megarus/*Thecla basilides* est un lépidoptère de la famille des Lycénidés. C'est un petit papillon d'environ 28 mm aux ailes gris foncé sur la face supérieure et gris clair sur la face inférieure. La chenille de couleur rouge mesure environ 1,5 mm.

SYMPTÔMES

FRUITS

- Formation d'exsudation de gomme de couleur ambrée, qui au contact de l'atmosphère se durcit et acquiert une couleur plus foncée.
- Observation des cavités plus ou moins profondes.
- Déformation du fruit.



Figure 77 — Dommages causés par *Strymon megarus* sur les fruits

DÉGÂTS

- Fruits impropres à la commercialisation.

IMPACT SUR LE RENDEMENT

Les dommages sur le rendement peut être estimés entre 30 et 80 %.

PRINCIPAUX PARTIES AFFECTÉES

- Fruits
- Couronnes
- Fleurs

STADES VÉGÉTATIVES AFFECTÉES

- Floraison
- Fructification

ORGANISME DE QUARANTAINE

- La distribution de la chenille ou foreur de fruit d'ananas est limitée en Amérique Latine en particulier au Mexique et en Argentine (Pires De Matos, 2019) et au Trinidad dans les Iles Caraïbes, elle est inconnue sur les autres continents.
- Étant donné la distribution géographique limitée des ravageurs, il est interdit d'introduire de broméliacées non contrôlées vers d'autres continents.

CONDITIONS FAVORABLES

- Plantations peu entretenues
- Les pertes de production causées par le foreur des fruits (*Strymon megarus*) dépendent de la saison de récolte.

CYCLE DE VIE DU RAVAGEUR

Le cycle complet de *Strymon megarus* (anciennement appelé *Thecla basalides*) est de 23 à 32 jours.

ŒUFS	<ul style="list-style-type: none"> — Les œufs sont circulaires — Mesurent souvent un peu plus de 0,5 mm. — Couleur blanchâtre, finement réticulés et légèrement aplatis. — Ils sont souvent déposés à la base d'une bractée florale par la femelle avant que la première fleur ne s'épanouisse. — L'éclosion intervient 5 jours après la ponte.
LARVE	<ul style="list-style-type: none"> — Au premier stade larvaire, la larve mesure 1,5 mm et a un corps de couleur jaunâtre ou jaune pâle avec la tête et la région thoracique un peu plus foncées. Elle est finement pubescente avec quatre rangées de longs poils abdominaux et quatre rangées de poils plus courts. Elle pénètre dans la base charnue de la bractée principale d'un œil du fruit, dévore les pièces florales puis s'enfonce dans la chair du fruit en formation. — Au deuxième stade larvaire, la larve réapparaît à la surface du fruit 13 à 16 jours plus tard et mesure près de 20 mm de long sur 06 mm de large avec une couleur rose vif. La tête est dissimulée par le prothorax, le corps comprimé dorso-ventralement et les segments abdominaux terminaux sont aplatis, en forme de coin.
NYMPHE	<ul style="list-style-type: none"> — La larve se nymphose dans un cocon fixé dans les feuilles des bulbilles sous-jacentes. 7 à 11 jours plus tard la forme adulte (l'insecte) émerge. — À ce stade la larve mesure environ 13 mm de long ; de couleur rose avec des taches sombres et une bosse dorsale caractéristique.
ADULTE	<ul style="list-style-type: none"> — Femelle : la femelle du <i>Strymon megarus</i> (anciennement appelé <i>Thecla basalides</i>) est un papillon d'une envergure de 28 à 35 mm. Dorsalement gris ardoise avec une bordure plus foncée et une frange à écailles blanchâtres. Ventralement, les ailes sont gris argenté avec un certain nombre de taches orange. — Ses ailes postérieures ont deux taches orange près d'une paire d'appendices filiformes bordées de blanc et de deux paires d'appendices effilés. — Mâle : le mâle du <i>Strymon megarus</i> (anciennement appelé <i>Thecla basalides</i>) est un papillon de taille inférieure à la femelle, présentant une grande tache noire au centre des ailes postérieures.



Figure 78 — Cycle de développement du *Strymon megarus*

SURVEILLANCE

- Dans les plantations d'une superficie inférieure ou égale à cinq hectares, il convient d'échantillonner dix points par hectare, en marchant en zigzag, en évaluant 20 inflorescences en ligne à chaque point, soit un total de 200 plantes par hectare. Dans les plantations d'une superficie supérieure à cinq hectares, il convient d'échantillonner 20 points, en évaluant 20 inflorescences en ligne à chaque point, soit un total de 400 plantes par plantation. Les évaluations doivent commencer chaque semaine dès l'apparition de l'inflorescence, environ la sixième semaine après l'induction florale, et se terminer environ la douzième semaine après la fermeture des dernières fleurs de l'inflorescence. Lors de ces évaluations, si l'on détecte au moins un adulte ou deux inflorescences avec au moins un œuf, alors la nécessité de recourir à l'une des méthodes de lutte s'avère indispensable.
- Des contrôles périodiques des inflorescences est très utile, ce qui permet de ne commencer la première application que lorsque l'adulte apparaît et/ou que les premiers œufs du foreur sont pondus, réduisant ainsi l'application d'insecticides et les coûts de main-d'œuvre, tout en étant cohérent avec la préservation de l'environnement.
- Les rejets et les fruits en développement doivent être examinés pour détecter la présence d'œufs au moment où les inflorescences apparaissent. Les œufs sont facilement visibles. Une vigilance particulière est requise aux périodes de l'année où le ravageur est le plus actif.

CONTRÔLE CULTURAL

STADE PLANTATION

- Sélectionner des cultivars d'ananas moins sensibles (par exemple la variété « Perola »).

STADE REPRODUCTIF (FLORAISON)

- Enlever et détruire les inflorescences attaquées par le ravageur.

BIO-CONTRÔLE

STADE VÉGÉTATIF

Lâcher des agents de bio-contrôle tels que :

- Les prédateurs des chenilles telles que : *Heptasmicra* spp., *Polistes rubiginosus* et *Metadontia curvidentata*.
- Les parasitoïdes tels que *Trichogramma pretiosum* peut aider à contrôler les populations de Lépidoptère papillons. Selon les espèces, les guêpes parasites peuvent infester les ravageurs à différents stades de leur vie (œufs, larves ou adultes).

Utiliser des bio-insecticides tels que :

- À base de *Bacillus thuringiensis*: appliquer à la huitième semaine après l'induction florale puis tous les huit jours, pour un total de quatre applications.

CONTRÔLE À L'AIDE DES BIOPESTICIDES

STADE VÉGÉTATIF

Utiliser des huiles essentielles tels que :

- Huile de neem (azadirachtine) : appliquer l'huile de neem dès les premiers signes de la présence des ravageurs. En cas de fortes populations de ravageurs, appliquer selon à intervalle de sept jours. Pulvériser jusqu'au ruissellement. Une couverture complète de tous les tissus de la plante est nécessaire pour lutter contre les insectes.

Huile de thym : l'huile de thym provient des feuilles de la plante de thym qui contient un ingrédient actif appelé le thymol. C'est un biopesticide qui agit comme un répulsif et permet de contrôler les insectes. Vous pouvez soit appliquer le produit directement sur vos cultures, soit le mélanger d'abord avec de l'eau. Les méthodes d'application sont : (i) application foliaire ; (ii) trempage et (iii) application au sol.

LUTTE CHIMIQUE

Sous réserve de leurs homologations dans les pays d'utilisation et du respect des normes en vigueur (niveaux maximaux de résidus LMR) dans les pays ACP, le malathion, la deltaméthrine et le lambda-cyhalothrine peuvent être utilisées contre le foreur des fruits. Consultez toujours l'étiquette du produit pour savoir quelle est l'application et le dosage corrects.

N.B.

- Ces produits peuvent être toxiques, rapprochez-vous de votre fournisseur de produits phytosanitaires pour trouver le produit commercial correspondant et connaître les conditions d'utilisation (mode et dose d'application) les plus adaptées à votre contexte spécifique dans le respect de la législation de votre pays.
- Attention ces produits sont à titre indicatives, la réglementation peut changer. Pour en savoir plus sur la liste des produits homologués, veuillez consultez les liens suivants.
- Lors de l'utilisation de PPP, tenez toujours compte de l'approbation locale et des limites maximales de résidus des marchés cibles. Compte tenu de l'évolution des réglementations et des normes phytosanitaires régissant l'utilisation des produits phytosanitaires, notamment des modifications des limites maximales de résidus (LMR) de l'Union européenne (UE) et du Codex Alimentarius, le COLEAD a créé une base de données sur la protection des cultures (e-GAP), accessible [ici](#). La base de données fournit des informations actualisées sur les bonnes pratiques agricoles (BPA), notamment extraites des essais sur le terrain des produits phytosanitaires (PPP) du COLEAD, des données des fabricants de PPP et la littérature scientifique. Des informations supplémentaires actualisées sur les limites maximales de résidus (LMR) dans divers marchés cibles sont accessibles via [la boîte à outils d'homologation des pesticides de la FAO](#).

AUTRES MÉTHODES DE CONTRÔLE

STADE VÉGÉTATIF

- Utiliser la méthode éthologique : cette méthode consiste à installer des pièges rouges au septième semaine après l'induction florale et à les retirés la onzième semaine après l'induction.
- Recouvrir les inflorescences de sacs en papier ciré 45 à 55 jours après l'induction de la floraison pour empêcher les œufs d'être pondus sur les inflorescences (Queiroga *et al.*, 2023).

12.1.6. ACARIENS

RÉSUMÉ

Les acariens de l'ananas, *Dolichotetranychus floridanus* (Banks, 1900) et *Steneotarsonemus ananas* (Tryon), sont également connus sous le nom d'acarien de la base des feuilles plates. Ils sont présents dans presque toutes les régions productrices d'ananas du monde. Ils se nourrissent des cellules de trichomes à la base des jeunes feuilles, ainsi que des bractées et des sépales des fruits en développement.

RAVAGEURS (ESPÈCES RESPONSABLES)

- *Steneotarsonemus ananas* (Tryon) (ravageur majeur)
- *Dolichotetranychus floridanus* (Banks) (ravageur majeur)

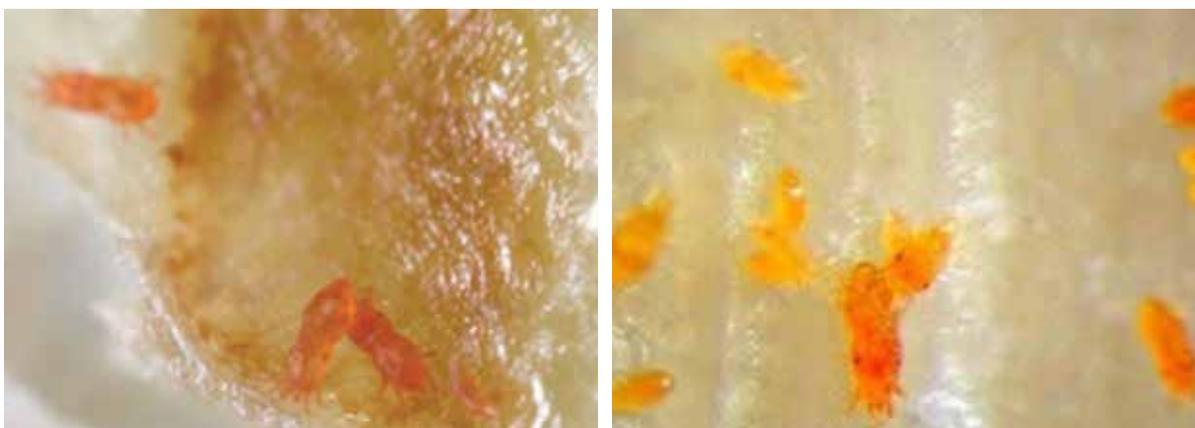


Figure 79 — *Dolichotetranychus floridanus*
Source : Malumphy, 2015

DESCRIPTION/IDENTIFICATION

RAVAGEUR(S)

Dolichotetranychus floridanus (Acari: Tenuipalpidae) est un acarien visible à l'œil nu grâce à sa couleur orange intense.

SYMPTÔMES

FEUILLES

- Présence de lésions nécrotiques sur les tissus foliaires ;
- Apparition de petites formations ridées éparses et d'un aspect généralement ridé au centre de la face supérieure du limbe de la feuille.



Figure 80 — Formation des zones nécrotiques à la base de la feuille d'ananas
Sources : Sanches. 2023

DÉGÂTS

Les dommages les plus importants résultant de l'attaque de cet acarien sont observés dans les tissus tendres du matériel de propagation.

IMPACT SUR LE RENDEMENT

Les fruits destinés à l'exportation perdent leur valeur commerciale

PRINCIPAUX PARTIES AFFECTÉES

- Bases des jeunes feuilles
- Fleur (inflorescence)
- Fruits

STADES VÉGÉTATIVES AFFECTÉES

- Croissance
- Floraison
- Fructification

ORGANISME DE QUARANTAINE

- L'acarien *Steneotarsonemus ananast* est répandu dans le monde entier. L'acarien *Dolichotetranychus floridanus* est plus rencontré dans les pays tels que l'Amérique centrale, les îles Philippines, le Brésil, Hawaï, Cuba, Taïwan, l'Inde, Afrique du Sud et Australie.

CONDITIONS FAVORABLES

- Températures chaudes ;
- Humidité relative très élevée ;
- Faible intensité lumineuse sont optimales pour le développement des acariens.
- Période de déficit hydrique ;
- *Dolichotetranychus floridanus* peut causer des problèmes, en particulier sur les jeunes plants, pendant les périodes sèches.

CYCLE DE VIE DU RAVAGEUR

STENEOTARSONEMUS ANANAS (TRYON)

Le cycle peut être complet en 7 à 14 jours.

ŒUFS	— Ovale, blanc opaque et gros par rapport à l'adulte ; ils sont posés isolément.
LARVE	— Ovale et blanche, — Possède trois paires de pattes dans la position des trois premières paires de pattes de l'adulte.
NYMPHE OU PULPE	— les larves matures entrent dans un stade purpal ou nymphal quiescent, qui est blanc brillant et ovale allongé.
ADULTE	— Femelle adulte : ovale allongé (150–240 µm de large), ambre clair à brun crème ; la quatrième paire de pattes est très fine et se termine par de longues soies. — Mâle adulte : la quatrième paire de pattes du plus petit mâle est robuste et ressemble à des griffes.

DOLICHOTETRANYCHUS FLORIDANUS (BANKS)

Le cycle peut être complet en moins de 10 jours.

ŒUFS	— Ovale et orange clair ; grand par rapport à la taille de l'acarien.
LARVE	— Ambre, avec des yeux rouges distincts et six pattes.
NYPHE OU PULPE	— Jaune orangé, à huit pattes.
ADULTE	— Femelle adulte : ovale rouge orangé et allongé, mesurant 450 par 170 µm. — Mâle adulte : légèrement plus petit que la femelle, c'est-à-dire 300 par 140 µm, avec un abdomen plus pointu.

SURVEILLANCE

- Dans les plantations d'une superficie inférieure ou égale à cinq hectares, il convient d'échantillonner dix points par hectare, en marchant en zigzag, en évaluant 20 inflorescences en ligne à chaque point, soit un total de 200 plantes par hectare. Dans les plantations d'une superficie supérieure à cinq hectares, il convient d'échantillonner 20 points, en évaluant 20 inflorescences en ligne à chaque point, soit un total de 400 plantes par plantation. Les évaluations doivent commencer chaque semaine dès l'apparition de l'inflorescence, environ la sixième semaine après l'induction florale, et se terminer environ la douzième semaine après la fermeture des dernières fleurs de l'inflorescence. Lors de ces évaluations, si l'on détecte au moins un adulte ou deux inflorescences avec au moins un œuf, alors la nécessité de recourir à l'une des méthodes de lutte s'avère indispensable.

CONTRÔLE CULTURAL

STADE PRÉ-PLANTATION

- Détruire complètement les restes de culture, car ils constituent d'excellentes sources d'infestation et contribuent à la prolifération des ravageurs.

CONTRÔLE À L'AIDE DES BIOPESTICIDES

STADE VÉGÉTATIF

Utiliser des extraits de plantes tels que :

- Extrait des graines de neem (Azadirachtine) : pulvériser la plantation avec des biopesticides à base d'azadirachtine sur les zones infestées.
- Ail : actif contre les acariens, les thrips et éventuellement certaines maladies fongiques. À cet effet, grattez 4 ails dans une petite quantité d'huile végétale, laissez tremper toute la nuit, compléter avec de l'eau jusqu'à 2 litres et filtrer et ajouter 2 cuillères à café de savon à main

LUTTE CHIMIQUE

STADE VÉGÉTATIF

- Les produits chimiques utilisés pour lutter contre la cochenille farineuse de l'ananas, que ce soit en traitement des plants ou en pulvérisation pendant le cycle végétatif, permettent également de lutter contre les acariens de l'ananas.

Sous réserve de leurs homologations dans les pays d'utilisation et du respect des normes en vigueur (niveaux maximaux de résidus LMR) dans les pays ACP, il existe plusieurs produits chimiques (pesticides) actifs qui peuvent être utilisées.

N.B.

- Ces produits peuvent être toxiques, rapprochez-vous de votre fournisseur de produits phytosanitaires pour trouver le produit commercial correspondant et connaître les conditions d'utilisation (mode et dose d'application) les plus adaptées à votre contexte spécifique dans le respect de la législation de votre pays.
- Attention ces produits sont à titre indicatives, la réglementation peut changer. Pour en savoir plus sur la liste des produits homologués, veuillez consultez les liens suivants.
- Lors de l'utilisation de PPP, tenez toujours compte de l'approbation locale et des limites maximales de résidus des marchés cibles. Compte tenu de l'évolution des réglementations et des normes phytosanitaires régissant l'utilisation des produits phytosanitaires, notamment des modifications des limites maximales de résidus (LMR) de l'Union européenne (UE) et du Codex Alimentarius, le COLEAD a créé une base de données sur la protection des cultures (e-GAP), accessible [ici](#). La base de données fournit des informations actualisées sur les bonnes pratiques agricoles (BPA), notamment extraites des essais sur le terrain des produits phytosanitaires (PPP) du COLEAD, des données des fabricants de PPP et la littérature scientifique. Des informations supplémentaires actualisées sur les limites maximales de résidus (LMR) dans divers marchés cibles sont accessibles via [la boîte à outils d'homologation des pesticides de la FAO](#).

12.2. PRINCIPAUX MALADIES FONGIQUES

12.2.1. POURRITURE DES RACINES « ROOT ROT »

ET POURRITURE DES FRUITS VERTS « GREEN FRUIT ROT »

RÉSUMÉ

La pourriture des racines et des fruits verts sont causées par les mêmes pathogènes fongiques, *Phytophthora cinnamomi* et *Pythium arrhenomanes* Dreschs.

AGENTS PATHOGÈNES RESPONSABLES

- *Phytophthora cinnamomi* (agent majeur)
- *Pythium arrhenomanes* Dreschs (agent majeur)



Figure 81 — Sporange/mycélium de *Phytophthora* sp. (fin duvet blanc)
Source : Espinosa Rodríguez et al., 2015

DESCRIPTION/IDENTIFICATION

AGENTS PATHOGÈNES

Phytophthora cinnamomi et *Pythium arrhenomanes* sont des champignons vivant dans le sol sous forme de sporanges (mycélium) puis de zoospores (chlamydozoospores : formes résistantes) qui produisent une infection et provoquent respectivement la « pourriture des racines », « pourriture du cœur » des plants d'ananas. La formation des sporanges s'effectue dans l'eau ; elle est plus abondante si celle-ci contient des sels minéraux. Les zoospores sont libérées après un choc : choc thermique par refroidissement à 15-18°C ou choc osmotique par remplacement de la solution minérale par de l'eau distillée.

SYMPTÔMES

FEUILLES	<ul style="list-style-type: none">— Changement de couleur de l'ensemble des feuilles qui passent du vert foncé, à un jaune plus ou moins teinté de rose ou de rouge (Chand <i>et al.</i>, 2021);— Perte de turgescence des feuilles (Pires De Matos, 2019; Chand <i>et al.</i>, 2021);— Enroulement des bords du limbe vers la face externe;— Courbure de l'extrémité des feuilles vers le sol;— Dessèchement des feuilles les plus âgées;— Les pointes et les marges des feuilles finissent par se nécroser.
RACINES	<ul style="list-style-type: none">— Pourriture des racines nourricières.
FRUITS	<ul style="list-style-type: none">— Développement d'une marge brune distincte imbibée d'eau (Chand <i>et al.</i>, 2021);— Arrêt du développement du fruit;— Coloration rouge du fruit;— Diminution de la taille des fruits.



Figure 82 — Signes de pourriture des racines: (a) Racines non inoculées; (b) Racines inoculée
Source : Espinosa Rodríguez *et al.*, 2015



Figure 83 — Pourriture des fruits verts causés par *Phytophthora* spp.
Source : Green et Scot, 2015

DÉGÂTS

- Destruction du système racinaire ;
- Dessèchement progressive et irréversible de la plante entière.
- Les plantes sont facilement arrachables du sol (Pires De Matos, 2019 ; Chand et al., 2021) ;

IMPACT SUR LE RENDEMENT

Les pertes de rendement dues au *Phytophthora cinnamomi* ou *Pythium arrhenomanes* Dreschs peuvent atteindre jusqu'à 80% à la récolte (Sapak et al., 2021).

PRINCIPALES PARTIES AFFECTÉES DE LA CULTURE

- Racine
- Fruit

STADES AFFECTÉS DE LA CULTURE

- Croissance végétative
- Fructification

ORGANISME DE QUARANTAINE

- *Phytophthora cinnamomi* et *Pythium arrhenomanes* sont plus répandus dans le monde entier.

CONDITIONS FAVORABLES

MILIEU FAVORABLE

- Présence des plantes hôtes (tomate, haricot, etc);
- Sols saturés en eau;
- Sols à mauvais drainage;
- Sols lourds;
- Sols très humides à pH relativement élevé;
- Chaulage du sol;
- La couverture du sol par du polyéthylène noir;
- Les zones à forte altitude (*P. cinnamomi*);
- pH du sol (à partir de 5,3).

PÉRIODES

- Saison de pluies;
- Faibles températures comprises entre 19 to 25°C favorisent le développement de *P. cinnamomi*;
- Les températures comprises entre 28°C et 38°C favorisent la croissance du *Pythium arrhenomanes*.

CYCLE DE VIE

SOURCES D'INOCULUM

Les sources d'inoculum sont les matières végétales infestées.

INFECTION

Les champignons produisent des sporanges qui libèrent des spores (zoospores) capables de se déplacer via l'eau et le sol plusieurs heures vers les racines ou projetées par la pluie sur les fruits près du sol ainsi l'infection se produit. Un zoospore est suffisant pour infecter un plant et le fruit (Chand *et al.*, 2021).

DÉVELOPPEMENT OU SPORULATION

Après infestation, les plants infectés sont couverts de sporanges, qui donnent l'apparence d'un fin duvet blanc. Les sporanges se détachent pour infecter directement d'autres plants ou libérer d'autres zoospores (Fiche d'identification-COLEAD, 2021).

DISSÉMINATION

la dissémination se fait par le sol, par l'eau libre et par voie aérienne (feuillage, stolons, branches, et pointes des fruits) (Fiche d'identification-COLEAD, 2021).

SURVEILLANCE

- Les plantations d'ananas doivent être inspectées dans son ensemble et en particulier dans les champs mal drainés ou dans les zones à fortes précipitations pour identifier les symptômes des attaques des *Phytophthora* spp. La détection à temps des symptômes dus aux *Phytophthora* spp. permet une prise de décisions en temps opportun, afin de réduire le niveau d'infestation des plantations (Fiche d'identification-COLEAD, 2021).
- Dans les conditions les plus favorables pour les pathogènes de *Phytophthora* spp. les premiers symptômes n'apparaissent que deux semaines après l'infection. Le premier symptôme visible (début de la décoloration des feuilles) se situe en moyenne 4 semaines après l'infection ; puis le plant sèche et meurt. Dans la tige, les tissus normalement blanc et opaques sont remplacés par une masse spongieuse, rappelant du fromage (Fiche d'identification-COLEAD, 2021).

CONTRÔLE CULTURAL

STADE PRÉ-PLANTATION

- Choisir des sols sableux bien drainés avec un pH bas.

STADE PLANTATION

- L'utilisation des plants sains et certifiés ;
- Éviter les plantations profondes des rejets pour que la terre ne pénètre dans le cœur de la plante ;
- Utiliser la technique de piégeage des spores d'Anderson (1951) qui permet de déceler la présence des *Phytophthora* dans le sol ou dans des organes végétaux pourris.

STADE VÉGÉTATIF

- Réaliser un entretien régulier des plantations par élimination et destruction des plantes infectées.

STADE POST-RÉCOLTE

- Éviter les blessures aux fruits pendant la récolte et le transport.

BIO-CONTRÔLE

STADE VÉGÉTATIF

Appliquer des agents bio-contrôles tels que :

- La bactérie *Pseudomonas putida* qui permet d'inhiber le développement du *P. cinnamomi* par parasitisme, par antibiose et par compétition (Yang *et al.*, 2001).
- *Trichoderma* : est un potentiel agent de bio-contrôle
- *Muscodor albus*, champignon endophyte isolé de l'ananas sauvage *Ananas ananasoïdes* s'est révélé in vitro un antagoniste efficace de *Phytophthora spp.* (Banguela-Castillo *et al.*, 2015).

CONTRÔLE À L'AIDE DES BIOPESTICIDES

STADE VÉGÉTATIF

- Ail : il est recommandé de gratter 4 ails dans une petite quantité d'huile végétale, laisser tremper toute la nuit, compléter avec de l'eau jusqu'à 2 litres, filtrer et ajouter 2 cuillères à café de savon à main.

Appliquer des biofongiques tels que :

- Bicarbonate de soude : le bicarbonate de sodium peut être un moyen efficace de contrôler la croissance des champignons - il est enregistré par l'Agence américaine de protection de l'environnement en tant que biopesticide. Le bicarbonate de sodium augmente l'alcalinité de la surface des feuilles, ce qui n'est pas favorable à la croissance des champignons. IL est recommandé de dissoudre une ou deux cuillères à soupe de bicarbonate de soude dans 4,5 litres d'eau et pulvériser les plantes une fois par semaine.

LUTTE CHIMIQUE

STADE VÉGÉTATIF

Sous réserve de leurs homologations dans les pays d'utilisation et du respect des normes en vigueur (niveaux maximaux de résidus LMR) localement et du marché cible, plusieurs substances actives peuvent être utilisées, tels que le fosétyl, l'acide phosphonique, le phosphonate de potassium, le métalaxyl, le propamocarbe, ou l'acide ascorbique.

N.B.

- Ces produits peuvent être toxiques, rapprochez-vous de votre fournisseur de produits phytosanitaires pour trouver le produit commercial correspondant et connaître les conditions d'utilisation (mode et dose d'application) les plus adaptées à votre contexte spécifique dans le respect de la législation de votre pays.
- Attention ces produits sont à titre indicatives, la réglementation peut changer. Pour en savoir plus sur la liste des produits homologués, veuillez consultez les liens suivants.
- Lors de l'utilisation de PPP, tenez toujours compte de l'approbation locale et des limites maximales de résidus des marchés cibles. Compte tenu de l'évolution des réglementations et des normes phytosanitaires régissant l'utilisation des produits phytosanitaires, notamment des modifications des limites maximales de résidus (LMR) de l'Union européenne (UE) et du Codex Alimentarius, le COLEAD a créé une base de données sur la protection des cultures (e-GAP), accessible [ici](#). La base de données fournit des informations actualisées sur les bonnes pratiques agricoles (BPA), notamment extraites des essais sur le terrain des produits phytosanitaires (PPP) du COLEAD, des données des fabricants de PPP et la littérature scientifique. Des informations supplémentaires actualisées sur les limites maximales de résidus (LMR) dans divers marchés cibles sont accessibles via [la boîte à outils d'homologation des pesticides de la FAO](#).

<https://resources.colead.link/en/vue-substance-active-culture>

AUTRES MÉTHODES DE CONTRÔLE

STADE PRÉ-PLANTATION

- La solarisation du sol permet de contrôler le taux propagation de *P. cinnamomi*

12.2.2. POURRITURE DU CŒUR « HEART ROT » OU « TOP ROT »

RÉSUMÉ

La pourriture du cœur du plant d'ananas est causée l'agent pathogène *Phytophthora nicotianae* van Brenda de Haan var. *parasitica*.

AGENTS PATHOGÈNES RESPONSABLES

— *Phytophthora nicotianae* van Brenda de Haan var. *parasitica* (Dastur) (agent majeur)

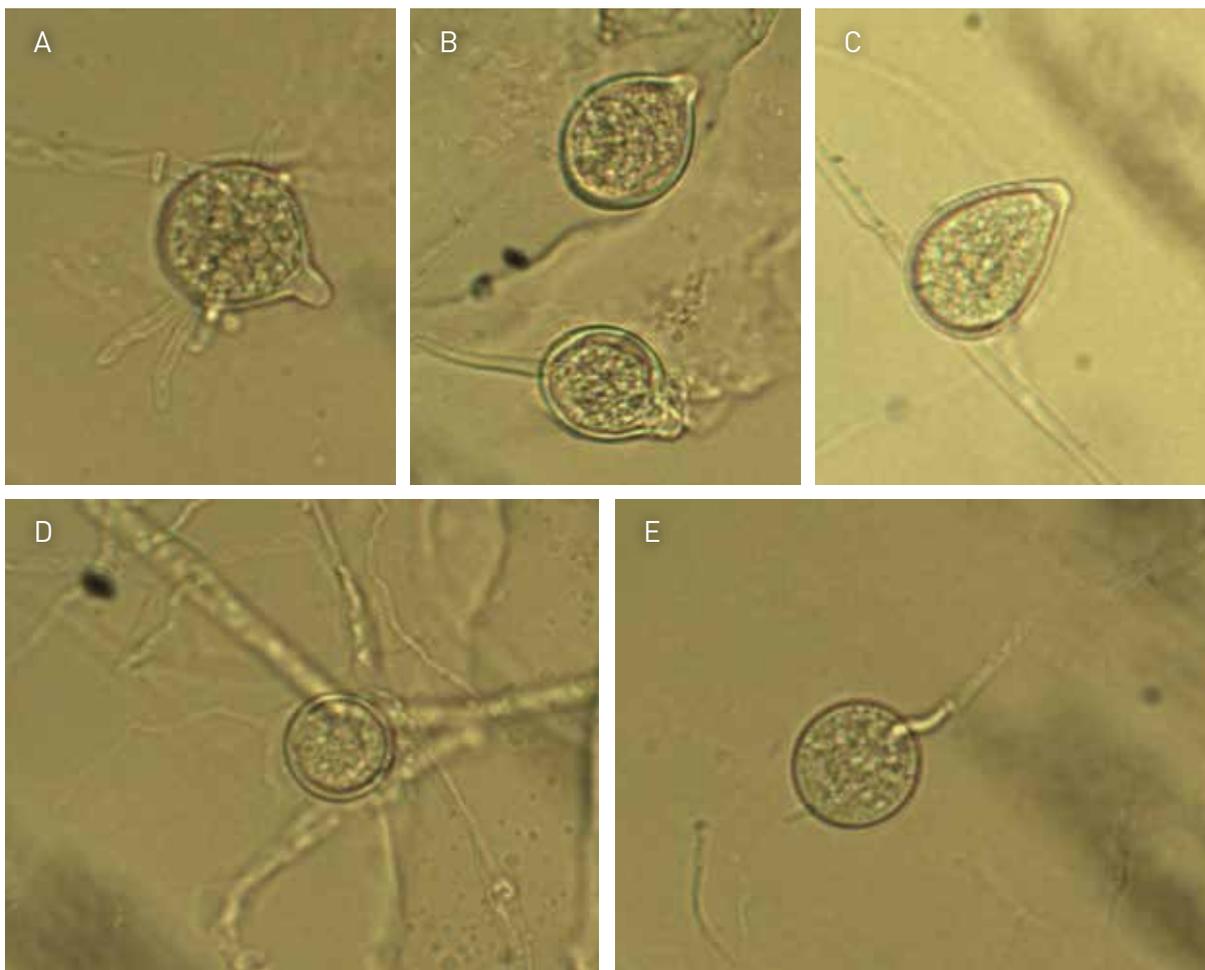


Figure 84 — Structures asexuées de *Phytophthora nicotianae*.
(a) sporange sphérique ; (b) sporange limoniforme ; (c) sporange ovoïde ;
(d) chlamydo-spore intercalée et (e) Chlamydo-spore terminale
Source : Espinosa Rodríguez et al., 2015

DESCRIPTION/IDENTIFICATION

AGENTS PATHOGÈNES

Phytophthora nicotianae var. *parasitica* est un champignon vivant dans le sol sous forme de sporanges (mycélium) puis de zoospores (chlamydozoospores) qui produit une infection et provoque la « pourriture du cœur » des plants d'ananas. La formation des sporanges s'effectue dans l'eau.

SYMPTÔMES

FEUILLES

- Décoloration des plus jeunes feuilles (passent de vert à vert-jaunâtre puis à brun) ;
- Détachement facile de l'ensemble des jeunes feuilles du reste de la plante sous l'effet d'une faible traction ;
- Pourriture de la partie basale non chlorophyllienne des jeunes feuilles ;
- Dégagement d'une odeur nauséabonde au niveau de la base pourrie des jeunes feuilles ;
- Flétrissement des plus jeunes feuilles (Chand *et al.*, 2021).



Figure 85 — Aperçu des symptômes pourriture du cœur des plants causés par *Phytophthora* spp.
Source : Green et Scot, 2015

DÉGÂTS

- Les plantes sont facilement arrachables du sol (Pires De Matos, 2019 ; Chand *et al.*, 2021) ;

IMPACT SUR LE RENDEMENT

Les pertes moyennes de rendement dues au *Phytophthora nicotianae* van Brenda de Haan var. *parasitica* (Dastur) est d'environ 26,85% (Martin et Rahmat, 2017).

PRINCIPAUX PARTIES AFFECTÉES DE LA CULTURE

- Feuille

STADES AFFECTÉS DE LA CULTURE

- Croissance végétative

ORGANISME DE QUARANTAINE

- *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* est présente dans les régions éloignées de l'équateur : Hawaï, Afrique du Sud, Australie, Taïwan, mais également dans les zones plus chaudes à climat tropical et subéquatorial. La pourriture du cœur à ce stade se rencontre plus fréquemment en Côte-d'Ivoire que dans les autres pays producteurs.

CONDITIONS FAVORABLES

MILIEU FAVORABLE

- Sols saturés en eau ;
- Sols à mauvais drainage ;
- Sols lourds ;
- Sols très humides à pH relativement élevé ;
- Chaulage du sol ;
- La couverture du sol par du polyéthylène noir ;
- Les zones en basse altitude ou les zones subtropicales précitées et dans les régions chaudes ;
- pH du sol (à partir de 5,3) (Pires De Matos, 2019).

PÉRIODES

- Saison de pluies (Pires De Matos, 2019) ;
- Faibles températures comprises entre 25 à 36°C favorisent le développement de *P. nicotianae* var. *parasitica* (Rohrbach et Johnson, 2003)

CYCLE DE VIE

SOURCES D'INOCULUM

Les sources d'inoculum sont les matières végétales infestées.

INFECTION

Les champignons produisent des sporanges qui libèrent des spores (zoospores) capables de se déplacer via l'eau et le sol plusieurs heures vers les racines ou projetées par la pluie sur les fruits près du sol ainsi l'infection se produit. Un zoospore est suffisant pour infecter un plant et le fruit (Chand *et al.*, 2021).

DÉVELOPPEMENT OU SPORULATION

Après infestation, les plants infectés sont couverts de sporanges, qui donnent l'apparence d'un fin duvet blanc. Les sporanges se détachent pour infecter directement d'autres plants ou libérer d'autres zoospores (Fiche d'identification-COLEAD, 2021).

DISSÉMINATION

La dissémination se fait par le sol, par l'eau libre et par voie aérienne (feuillage, stolons, branches, et pointes des fruits) (Chand *et al.*, 2021 ; Fiche d'identification-COLEAD, 2021).

SURVEILLANCE

- Les plantations d'ananas doivent être inspectées dans son ensemble et en particulier dans les champs mal drainés ou dans les zones à fortes précipitations pour identifier les symptômes des attaques des *Phytophthora* spp. La détection à temps des symptômes dus aux *Phytophthora* spp. permet une prise de décisions en temps opportun, afin de réduire le niveau d'infestation des plantations (Chand *et al.*, 2021 ; Fiche d'identification-COLEAD, 2021).
- Dans les conditions les plus favorables pour les pathogènes de *Phytophthora* spp. les premiers symptômes n'apparaissent que deux semaines après l'infection. Le premier symptôme visible (début de la décoloration des feuilles) se situe en moyenne 4 semaines après l'infection ; puis le plant sèche et meurt. Dans la tige, les tissus normalement blanc et opaques sont remplacés par une masse spongieuse, rappelant du fromage (Fiche d'identification-COLEAD, 2021).

CONTRÔLE CULTURAL

STADE PRÉ-PLANTATION

- Choisir des sols sableux bien drainés avec un pH bas.

STADE PLANTATION

- Utiliser des plants sains et certifiés ;
- Éviter les plantations profondes des rejets pour que la terre ne pénètre dans le cœur de la plante ;
- Utiliser la technique de piégeage des spores d'Anderson (1951) qui permet de déceler la présence des *Phytophthora* dans le sol ou dans des organes végétaux pourris.

STADE VÉGÉTATIF

- Réaliser un entretien régulier des plantations par élimination et destruction des plantes infectées.

STADE POST-RÉCOLTE

- Éviter les blessures aux fruits pendant la récolte et le transport.

BIO-CONTRÔLE

STADE VÉGÉTATIF

Appliquer des agents bio-contrôles tels que :

- La bactérie *Pseudomonas putida* qui permet d'inhiber le développement du *P. cinnamomi* par parasitisme, par antibiose et par compétition (Yang *et al.*, 2001).
- *Trichoderma* : il a un potentiel agent biocontrôle.

LUTTE CHIMIQUE

Les traitements chimiques interviennent à 3 stades :

STADE PLANTATION

- Pulvériser le plus tôt possible (au maximum deux jours après la mise en terre) une suspension fongicide dirigée sur ou dans le cœur des ananas.
- Les traitements permettent d'assainir les rejets après leur mise en terre. Il est obligatoire dès que les conditions sont favorables au *Phytophthora*, c'est à dire très souvent (pH du sol élevé, saison des pluies, antécédents connus d'attaque de *Phytophthora*, stockage des rejets).

STADE VÉGÉTATIF

- Le traitement peut intervenir en réaction à une attaque ponctuelle de la maladie. Il doit être réalisé de façon précoce dès que les symptômes apparaissent sur quelques plants. Attention une réaction tardive rend d'autant plus difficile la maîtrise de la maladie et peut se traduire par son extension importante et la destruction de toute ou partie de la parcelle.
- Le traitement est identique au traitement de plantation mais il est localisé autour des plants touchés.
- Marquez d'un piquet les endroits où les plantes ont été supprimées. Ces endroits doivent subir un traitement fongicide, lequel devra être étendu aux dix plantes situées de part et d'autre de la zone affectée, et qui risquent fort d'être déjà contaminées
- En cas d'antécédents importants d'attaque de *Phytophthora* ou de facteurs de risques importants (pH élevé, sols argileux en saison des pluies), un traitement total de la parcelle doit être envisagé.

STADE D'INDUCTION FLORALE

- La réaction du carbure avec l'eau donne une solution dont le pH est 12. Cette situation est très favorable au développement du *Phytophthora*. À ce pH élevé, les fongicides sont inefficaces. Il est nécessaire d'attendre 8 jours pour réaliser un traitement dans les mêmes conditions qu'après la plantation. Étant donné le volume important des plants à ce stade, l'application doit être faite obligatoirement avec un grand volume d'eau.

Sous réserve de leurs homologations dans les pays d'utilisation et du respect des normes en vigueur (niveaux maximaux de résidus LMR) dans les pays ACP, plusieurs substances actives peuvent être utilisées, tels que le fosétyl, l'acide phosphonique, le phosphonate de potassium, le métalaxyl, le propamocarbe, ou l'acide ascorbique.

N.B.

- Ces produits peuvent être toxiques, rapprochez-vous de votre fournisseur de produits phytosanitaires pour trouver le produit commercial correspondant et connaître les conditions d'utilisation (mode et dose d'application) les plus adaptées à votre contexte spécifique dans le respect de la législation de votre pays.
- Attention ces produits sont à titre indicatives, la réglementation peut changer. Pour en savoir plus sur la liste des produits homologués, veuillez consultez les liens suivants.
- Lors de l'utilisation de PPP, tenez toujours compte de l'approbation locale et des limites maximales de résidus des marchés cibles. Compte tenu de l'évolution des réglementations et des normes phytosanitaires régissant l'utilisation des produits phytosanitaires, notamment des modifications des limites maximales de résidus (LMR) de l'Union européenne (UE) et du Codex Alimentarius, le COLEAD a créé une base de données sur la protection des cultures (e-GAP), accessible [ici](#). La base de

données fournit des informations actualisées sur les bonnes pratiques agricoles (BPA), notamment extraites des essais sur le terrain des produits phytosanitaires (PPP) du COLEAD, des données des fabricants de PPP et la littérature scientifique. Des informations supplémentaires actualisées sur les limites maximales de résidus (LMR) dans divers marchés cibles sont accessibles via [la boîte à outils d'homologation des pesticides de la FAO](#).

AUTRES MÉTHODES DE CONTRÔLE

STADE VÉGÉTATIF

Appliquer des biofongiques tels que :

- Ail : il est recommandé de gratter 4 ails dans une petite quantité d'huile végétale, laisser tremper toute la nuit, compléter avec de l'eau jusqu'à 2 litres, filtrer et ajouter 2 cuillères à café de savon à main.
- Bicarbonate de soude : le bicarbonate de sodium peut être un moyen efficace de contrôler la croissance des champignons - il est enregistré par l'Agence américaine de protection de l'environnement en tant que biopesticide. Le bicarbonate de sodium augmente l'alcalinité de la surface des feuilles, ce qui n'est pas favorable à la croissance des champignons. Il est recommandé de dissoudre une ou deux cuillères à soupe de bicarbonate de soude dans 4,5 litres d'eau et pulvériser les plantes une fois par semaine.

12.2.3. POURRITURE DE LA BASE DES REJETS « BUTT ROT » OU « BASE ROT » POURRITURE NOIRE DU FRUIT « BLACK ROT » OU « WATER BLISTER » TACHES BLANCHES SUR FEUILLES « WHITE LEAF SPOT »

RÉSUMÉ

La pourriture de la base des rejets, les taches blanches sur les feuilles et la pourriture noire du fruit sont causées par les mêmes pathogènes fongiques, *Thielaviopsis paradoxa* (de Seynes) Hohn (état anamorphe) et *Ceratocystis paradoxa* (Dade) C. Moreau. L'agent pathogène *Thielaviopsis paradoxa* (de Seynes) Hohn est un champignon ascomycète et possède deux stades de reproduction à savoir asexuée et sexuée qui représentent respectivement la formation d'états anamorphes et téléomorphes. L'état téléomorphe de *Thielaviopsis paradoxa* est connu sous le nom de *Ceratocystis paradoxa* (Dade) C. Moreau qui est considérée comme un agent pathogène moins virulent et n'attaque la plante hôte que dans des conditions de stress telles que l'hivernage.

AGENTS PATHOGÈNES RESPONSABLES

- *Thielaviopsis paradoxa* (de Seynes) Hohn/ *Chalara paradoxa* (De Seynes) Sacc. (agent majeur)
- *Ceratocystis paradoxa* (Dade) C. Moreau (agent majeur)

DESCRIPTION/IDENTIFICATION

AGENTS PATHOGÈNES

Thielaviopsis paradoxa (de Seynes) Hohn est un champignon ascomycète et possède deux stades de reproduction : asexuée et sexuée qui représentent respectivement la formation d'états anamorphes et téléomorphes de champignons. L'état téléomorphe de *T. paradoxa* est connu sous le nom de *Ceratocystis paradoxa* (Dade) C. Moreau (Beer et al., 2014).

SYMPTÔMES (POURRITURE DE LA BASE DES REJETS)

TIGE	<ul style="list-style-type: none">— Observation d'une pourriture basale molle ;— Noircissement et désintégration des parenchymes ;— Dégagement d'une odeur acétique.
REJETS	<ul style="list-style-type: none">— Mauvaise reprise des rejets ;— Flétrissement et jaunissement des feuilles ;— Pourriture de la base des rejets avant ou juste après la plantation ;— Coloration grise à noir des tissus infectés (Nurnadirah et al., 2018 ; Chand et al., 2021).

SYMPTÔMES (POURRITURE NOIRE DU FRUIT)

FRUITS

- Pourriture molle et aqueuse de la chair du fruit se liquéfiant à une température ambiante de 25°C ;
- Pourriture latérale du fruit due à une meurtrissure survenue au cours des opérations de récolte ;
- Dégagement d'une odeur douceâtre ;
- Apparition des spores noires au niveau de l'axe central (cœur) ;
- Suintements de la peau à la moindre pression du fruit. ;
- Pourriture pédonculaire due à une infection des pédoncules après la récolte qui se développent en forme de cône ayant pour axe le cœur et la base du fruit ;
- Présence de taches circulaires et imbibées d'eau sur le pédoncule cassé après la récolte (Sapak *et al.*, 2021).



Figure 86 — Pourriture noire avec *Thielaviopsis paradoxa* et *Thielaviopsis ethacetica*

SYMPTÔMES (TACHES BLANCHES SUR FEUILLES)

FEUILLES

- La tache blanche commence par une petite lésion brune, généralement causée par des blessures provoquées par le frottement du vent sur les feuilles.
- Présence des plages blanches limitées par une ligne foncée sur les feuilles les plus longues ;
- Dessèchements importants des feuilles après plantation des rejets.
- La zone affectée se dessèche et prend une couleur grisâtre. Au fur et à mesure que la maladie se développe, la partie centrale de la lésion se dessèche et prend une couleur blanche, entourée de bords brun foncé



Figure 87 — Taches blanches sur feuilles

DÉGÂTS

- Très grande importante incidence économique (si le contrôle de la pourriture noire du fruit n'est pas respecté).

IMPACT SUR LE RENDEMENT

Les pertes de rendement dues aux pathogènes peuvent atteindre 20 à 80 % des fruits exportables (Sapak *et al.*, 2021). Par exemple, des pertes de rendement d'environ 10 %, dues à l'incidence de la pourriture noire du fruit ont été signalées en Inde (Jackson, 2009).

La pourriture noire est l'un des principaux problèmes phytosanitaires dans la culture de l'ananas et est responsable de pertes importantes, en particulier dans les fruits destinés à l'industrie (Matos, 2003).

La tache blanche de l'ananas, causée par le champignon *Chalara paradoxa* (= *Thielaviopsis paradoxa*), est considérée comme une maladie de peu d'importance pour la culture, car elle n'entraîne pas de pertes de production ou de qualité des fruits.

PRINCIPAUX PARTIES AFFECTÉES

- Rejet
- Feuille
- Pédoncule
- Fruit

STADES VÉGÉTATIVES AFFECTÉES

- Plantation
- Fructification
- Récolte

ORGANISME DE QUARANTAINE

- La pourriture noire du fruit est une maladie très répandue dans tous les pays producteurs dans le monde, notamment en Afrique, en Asie, en Europe, en Océanie, en Amérique centrale, du Nord et du Sud (Jackson, 2009). Elle est donc particulièrement à redouter dans le cas d'exportation de fruits frais sur de longues distances
- La pourriture de la base des rejets due à *Ceratocystis paradoxa* est particulièrement observée aux Hawaii, en Afrique du Sud et en Australie à cause de la proportion importante d'utilisation des couronnes comme matériel de plantation. Puis en Côte d'Ivoire et en Martinique à cause des mauvaises conditions de stockage des cayeux avant leur mise en terre.

CONDITIONS FAVORABLES

MILIEU FAVORABLE

- Un pH du sol allant de 3 à 8 en culture favorise la croissance normale de *Ceratocystis paradoxa* ;
- Une température située entre 25° et 28°C favorise le développement du *Ceratocystis paradoxa*.

PÉRIODES

- Les périodes chaudes et humides augmentent le taux d'infection et sont très propices à la croissance des champignons pathogènes (Nurnadirah *et al.*, 2018; Chand *et al.*, 2021)..

CYCLE DE VIE

SOURCES D'INOCULUM

Les champignons *Thielaviopsis paradoxa* et *Ceratocystis paradoxa* envahit la plante d'ananas via les blessures, les fissures microscopiques, une ouverture naturelle sur la région de la chair ou les piqûres d'insectes (Sapak *et al.*, 2021). Ils pénètrent également par les blessures causées par la séparation des rejets ou fruits des pieds-mères, mais aussi par tout type de blessure causées par des ravageurs de toute nature.

INFECTION

L'infection se produit par la tige coupée ainsi que par les blessures à la surface du fruit générées lors de la récolte. Les fruits infectés présentent initialement une pourriture molle jaune foncé de la chair qui devient noire avec le développement de la maladie.

DÉVELOPPEMENT OU SPORULATION

Thielaviopsis paradoxa produit des spores infectieuses appelées conidies qui peuvent être divisées en deux, à savoir les macrospores et les microspores. Les macrospores sont responsables du noircissement des tissus infectés au stade final du développement de la maladie. Le *Ceratocystis paradoxa* produit deux sortes de conidies : les unes hyalines et cylindriques, assez petites (microspores), les autres nettement plus grosses, brunes et ovoïdes (macrospores) qui donnent l'aspect noirâtre des pourritures en fin d'évolution.

DISSÉMINATION

Les deux types de spores produits respectivement par les pathogènes restent viables dans le sol et les débris végétaux et sont toujours présents dans n'importe quel champ d'ananas. Ainsi ces agents pathogènes peuvent être disséminés par le vent, l'eau, le sol, les insectes ou les rongeurs.

SURVEILLANCE

- Dans les plantations d'une superficie inférieure ou égale à cinq hectares, il convient d'échantillonner dix points par hectare, en marchant en zigzag, en évaluant 20 inflorescences en ligne à chaque point, soit un total de 200 plantes par hectare. Dans les plantations d'une superficie supérieure à cinq hectares, il convient d'échantillonner 20 points, en évaluant 20 inflorescences en ligne à chaque point, soit un total de 400 plantes par plantation. Les évaluations doivent commencer chaque semaine dès l'apparition de l'inflorescence, environ la sixième semaine après l'induction florale, et se terminer environ la douzième semaine après la fermeture des dernières fleurs de l'inflorescence. Lors de ces évaluations, si l'on détecte au moins un adulte ou deux inflorescences avec au moins un œuf, alors la nécessité de recourir à l'une des méthodes de lutte s'avère indispensable.
- Recherchez les ensembles d'ananas (couronnes, tiges, drageons) qui ne s'établissent pas correctement, qui se flétrissent ou qui meurent. Recherchez des pourritures du pied - des pourritures molles du dos, avec une cavité à la base de la tige. Sur les fruits, recherchez des pourritures noires, molles et aqueuses sous une peau fragile. Recherchez des pourritures foliaires longues, blanches ou crème, qui s'étendent jusqu'à l'extrémité de la feuille.

CONTRÔLE CULTURAL

Pour contrôler la pourriture de la base des rejets et des taches blanches sur feuilles :

STADE PLANTATION

- Le matériel de plantation (rejets) doit être manipulé avec soin lors de la séparation du fruit ou de la plante pour éviter une grosse blessure.
- Les outils et l'équipement de plantation doivent être correctement désinfectés pour éviter les contaminants provenant des sols ou des zones infectées.

- Le bout des outils de plantation doit être exposé au soleil.
- Les rejets fraîchement retirés peuvent être stockés sur les plantes mères en saison sèche.

Pour contrôler la maladie de la pourriture noire du fruit, il est conseillé de :

STADE POST-RÉCOLTE

- Minimiser les dommages mécaniques ou les blessures lors de la récolte en manipulant les fruits avec précaution car des infections fongiques se produisent même par les plus petites blessures.
- Ne commercialisez pas les fruits brûlés par le soleil ou endommagés, car ils sont susceptibles de présenter des fissures dans la peau.
- Maintenez une hygiène stricte dans les centres de conditionnement, en ramassant et en enterrant les fruits rejetés.
- Éliminer les fruits abîmés dues aux coups de soleil avant d'être commercialisés (Joy et Sindhu, 2012).
- Désinfecter correctement les outils de récolte pour éviter l'infection des pédoncules cassés.
- Sécher au soleil l'extrémité coupée des pédoncules pour réduire l'incidence de la pourriture noire du fruit.
- Tremper l'extrémité coupée des pédoncules dans 54°C d'eau chaude en 3 minutes.
- Ne laissez pas de morceaux de fruits attachés aux couronnes lorsque vous les retirez des plantes, car cela pourrait entraîner une infection rapide à la base de la couronne.
- Stocker le matériel de plantation sur le dessus des rangées de plantes ou sur le sol en couches simples, avec les culs exposés au soleil.
- Éliminer les plantes et les fruits infectés, à proximité de l'endroit où les fruits sont stockés.
- Récolter les fruits en conservant une partie du pédoncule d'environ 2 cm de long et les manipuler de manière appropriée, tant pendant la récolte qu'après la récolte, en évitant de blesser la surface.

BIO-CONTRÔLE

STADE PLANTATION

- Utiliser des bactéries tels que *Pseudomonas sp.*, *Bacillus sp.*, *Chromobacterium sp.* et *Serratia sp.* Ces bactéries ont une forte activité antagoniste contre *Thielaviopsis paradoxa*. (Nurnadirah et al., 2018).
- Utiliser la levure de *Pichia guilliermondii* et le champignon de *Trichoderma asperellum* (Wijesinghe et al., 2010 ; Wijesinghe et al., 2011).

LUTTE CHIMIQUE

STADE VÉGÉTATIF

- Pour le contrôle chimique des agents pathogènes de la pourriture de la base des rejets, de la pourriture noire du fruit et des taches blanches sur les feuilles, il est recommandé d'utiliser des fongicides homologués selon les réglementations et normes phytosanitaires régissant l'utilisation des produits phytopharmaceutiques dans chaque pays.

Sous réserve de leurs homologations dans les pays d'utilisation et du respect des normes en vigueur (niveaux maximaux de résidus LMR) pour le marché cible, plusieurs substances actives qui peuvent être utilisées pour lutter contre la pourriture de la base des rejets et la pourriture noire du fruit, tels que le fosétyl ou l'acide ascorbique.

N.B.

- Ces produits peuvent être toxiques, rapprochez-vous de votre fournisseur de produits phytosanitaires pour trouver le produit commercial correspondant et connaître les conditions d'utilisation (mode et dose d'application) les plus adaptées à votre contexte spécifique dans le respect de la législation de votre pays.
- Attention ces produits sont à titre indicatives, la réglementation peut changer. Pour en savoir plus sur la liste des produits homologués, veuillez consultez les liens suivants.
- Lors de l'utilisation de PPP, tenez toujours compte de l'approbation locale et des limites maximales de résidus des marchés cibles. Compte tenu de l'évolution des réglementations et des normes phytosanitaires régissant l'utilisation des produits phytosanitaires, notamment des modifications des limites maximales de résidus (LMR) de l'Union européenne (UE) et du Codex Alimentarius, le COLEAD a créé une base de données sur la protection des cultures (e-GAP), accessible [ici](#). La base de données fournit des informations actualisées sur les bonnes pratiques agricoles (BPA), notamment extraites des essais sur le terrain des produits phytosanitaires (PPP) du COLEAD, des données des fabricants de PPP et la littérature scientifique. Des informations supplémentaires actualisées sur les limites maximales de résidus (LMR) dans divers marchés cibles sont accessibles via [la boîte à outils d'homologation des pesticides de la FAO](#).

AUTRES MÉTHODES DE CONTRÔLE

STADE VÉGÉTATIF

- Ail : il est recommandé de gratter 4 ails dans une petite quantité d'huile végétale, laisser tremper toute la nuit, compléter avec de l'eau jusqu'à 2 litres, filtrer et ajouter 2 cuillères à café de savon à main.

12.2.4. FUSARIOSE

RÉSUMÉ

La Fusariose de l'ananas est toujours associée à plusieurs espèces de champignons de genre *Fusarium* spp. L'agent pathogène infecte souvent les tissus des parties de la plante d'ananas tels que les fruits, les rejets, les tiges et les couronnes) provoquant l'exsudation ou l'écoulement d'une substance ressemblant à de la gomme.

AGENTS PATHOGÈNES RESPONSABLES

- *Fusarium guttiforme* (agent majeur)
- *Fusarium concentricum*,
- *Fusarium fujikuroi*,
- *Fusarium incarnatum*,
- *Fusarium oxysporum*,
- *Fusarium polyphialidicum*,
- *Fusarium proliferatum*,
- *Fusarium temperatum*
- *Fusarium verticillioides*

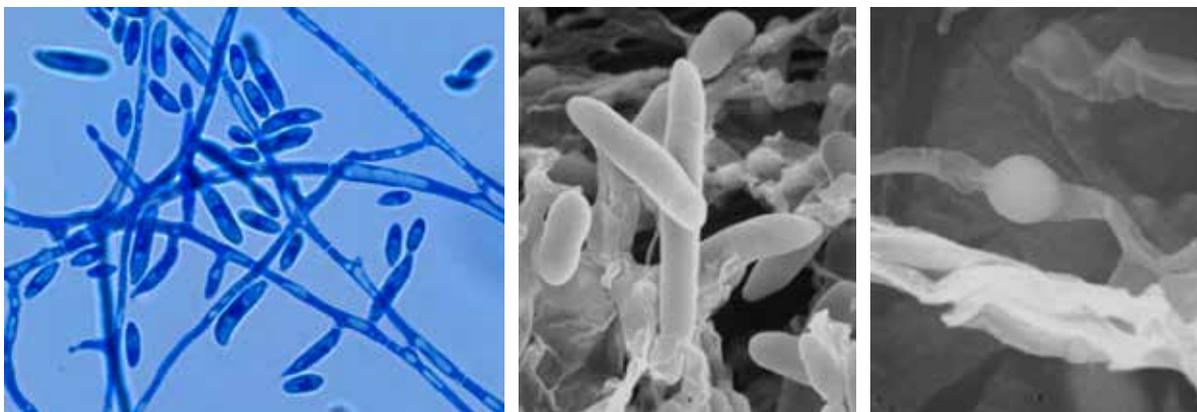


Figure 88 — Vue microscopique du *Fusarium oxysporium*
Source : Fiche d'identification-COLEAD, 2021

DESCRIPTION/IDENTIFICATION

AGENTS PATHOGÈNES

Les *Fusarium* sont des champignons vasculaires, imparfaits. Ils présentent un aspect d'un cône aplati et sont caractérisés par :

- un mycélium aérien blanc grisâtre assez lâche qui peut prendre d'autres pigmentations (violette, mauve),
- une abondante spore asexuée produite par des sporodochies ou sclérotés ;
- des micro-conidies de taille variable de 20 µm de longueur, qui sont ellipsoïdales uni ou bicellulaires fusiformes à réniformes composés de 3 à 5 cellules ;
- des spores regroupées sous forme de fausses têtes sèches à l'extrémité de micro-conidiophores allongés ;
- des chlamydospores : spores rondes d'une ou deux cellules au milieu des hyphes (Fiche d'identification-COLEAD, 2021).

SYMPTÔMES

FEUILLES	<ul style="list-style-type: none">— Courbure des feuilles ;— Les feuilles centrées ont un port érigé ;— Accumulation gommeuse à la base des feuilles atteintes (si la plante est arrachée) ;— Pourriture de la feuille ;— Chlorose de la feuille ;
TIGE	<ul style="list-style-type: none">— Nécrose du bas vers le haut de la tige ;— Dégagement d'une odeur caractéristique d'huile de rance ;— Courbure de la tige ;— La tige se rétrécit.
FRUITS	<ul style="list-style-type: none">— La surface des yeux plus colorée que celle des yeux voisins ;— Exsudation de gomme hyaline ;— Développement de larges plages beiges à brunes translucides ;— Lésion et coloration brune du fruit ;— Pourrissement de la peau du fruit ;— Fissures naturelles sur les fruits (Ibrahim <i>et al.</i>, 2016).
REJETS	<ul style="list-style-type: none">— Apparition de petites nécroses brunes situées à proximité de leur point d'insertion sur le pédoncule ;— Formation des gouttelettes gommeuses.



Figure 89 — Symptôme de pourriture des feuilles



Figure 90 — Dégâts de *F. oxysporum* sur la tige d'un plant d'ananas (Nécrose du bas de la tige)



Figure 91 — Symptômes de *F. oxysporum* sur les fruits



Figure 92 — Symptômes de *F. oxysporum* sur les rejets de l'ananas

DÉGÂTS

- Baisse de la productivité ;
- Mort du rejet.

IMPACT SUR LE RENDEMENT

Les pertes de rendement en fruits dues à la maladie de la fusariose peuvent atteindre jusqu'à 80% (Pires De Matos, 2019). Par exemple, au Brésil les pertes de rendement des fruits d'ananas dues au *Fusarium guttiforme* ont été estimées à environ 30 à 40% (Carnielli-Queiroz *et al.*, 2019).

PRINCIPAUX PARTIES AFFECTÉES

- Fruit
- Tige
- Feuille
- Rejet

STADES VÉGÉTATIVES AFFECTÉES

- Croissance végétative
- Fructification

ORGANISME DE QUARANTAINE

- Les *Fusarium* sont largement répandue dans le monde sous diverses espèces.

CONDITIONS FAVORABLES

En général, les conditions idéales pour le développement de la maladie sont une humidité relative élevée et des précipitations pendant la phase de floraison. La température doit être comprise entre 15°C et 25°C (Goes, 2005; Matos *et al.*, 2000; Pires De Matos, 2019; Queiroga *et al.*, 2024).

MILIEU FAVORABLE

- Ombrage;
- Milieu gélosé;
- Milieu à pH acides (2 à 3);
- La présence des nématodes à galles.

CYCLE DE VIE

SOURCES D'INOCULUM

Les sources d'inoculum sont le matériel de plantation infestées et les insectes.

INFECTION

Les infections commencent de l'inflorescence jusqu'à la formation du fruit et se produisent principalement via des blessures causées par des insectes, en particulier la chenille des fruits de l'ananas (*Thecla basilides*) et via le matériel de plantation infecté (Chand *et al.*, 2021). En contact de l'hôte les chlamydo-spores germent et les jeunes filaments pénètrent au niveau des racines. Le mycélium se ramifie et colonise toutes les cellules avoisinantes. La propagation des hyphes mycéliens se fait à l'intérieur des cellules par colonisation du cortex, et des vaisseaux du xylème dans la tige par l'intermédiaire des micro-conidies facilement véhiculées par la sève dans toutes les parties de la plante.

DÉVELOPPEMENT OU SPORULATION

À la surface des feuilles se forment des organes fructifères appelés sporodochies qui produisent des macro-conidies qui vont à leur tour contaminer d'autres plantes lorsqu'elles sont transportées par le vent ou bien par l'intermédiaire des insectes (Fiche d'identification-COLEAD, 2021).

DISSÉMINATION

Les champignons pénètrent dans la plante par le biais de blessures, résultant de fissures et de fentes dans le processus normal de croissance de la plante ou causées par l'action d'agents biotiques ou abiotiques. La dispersion des pathogènes est assurée par le vent, l'eau et les insectes telles que *Aphis mellifera*, *Bitoma sp.*, *Bombus sp.*, *Lagria villosa*, *Libindus dichrovus*, *Pollistes sp.* et *Trigona spinipes* (abeille) (Goes, 2005; Matos, 2003; Sapak *et al.*, 2021).

SURVEILLANCE

- La plantation doit être inspectée dans son ensemble car on peut facilement confondre ses symptômes due aux *Fusarium* à ceux de la pourriture des racines causée par *Phytophthora*.

CONTRÔLE CULTURAL

STADE PRÉ-PLANTATION

- La destruction des résidus de culture pour éviter l'émergence de structures résistantes d'agents pathogènes tels que les chlamydospores qui peuvent rester longtemps dans le sol.

STADE PLANTATION

- L'utilisation de matériel de plantation exempt de maladies ;
- L'utilisation de cultivars d'ananas résistants, tels que «BRS Imperial» (Viana *et al.*, 2020).

STADE VÉGÉTATIF

- L'éradication ou la suppression des plantes infectées au cours du développement des cultures.

BIO-CONTRÔLE

STADE PRÉ-PLANTATION/STADE VÉGÉTATIF

- L'utilisation d'agent bio-contrôle telle que *Trichoderma spp.* pendant la phase de préparation du sol ou dans les premiers mois de la plantation permet de réduire l'incidence du *Fusarium* dans la culture.

STADE REPRODUCTIF (FRUCTIFICATION)

- Utilisation des bactéries tels que *Bacillus subtilis* GA1, *Pseudomonas fluorescens* F19 et *Pseudomonas fluorescens* CI permet de réduire les pertes post-récolte des fruits d'ananas dues à des contaminants fongiques

LUTTE CHIMIQUE

STADE REPRODUCTIVE

- L'utilisation de fongicides chimiques reste la principale méthode de contrôle de la maladie dans de nombreuses exploitations d'ananas. Mais la nature sporadique de la maladie rend la lutte chimique peu pratique et non économique.
- Les produits doivent être appliqués à l'induction florale et trois semaines après l'induction florale pour réduire la maladie.

Sous réserve de leurs homologations dans les pays d'utilisation et du respect des normes en vigueur (niveaux maximaux de résidus LMR) dans les pays ACP, le captan, le fosétyl-aluminium et l'acide ascorbique peuvent être utilisés.

N.B.

- Ces produits peuvent être toxiques, rapprochez-vous de votre fournisseur de produits phytosanitaires pour trouver le produit commercial correspondant et connaître les conditions d'utilisation (mode et dose d'application) les plus adaptées à votre contexte spécifique dans le respect de la législation de votre pays.
- Attention ces produits sont à titre indicatives, la réglementation peut changer. Pour en savoir plus sur la liste des produits homologués, veuillez consultez les liens suivants.

Lors de l'utilisation de PPP, tenez toujours compte de l'approbation locale et des limites maximales de résidus des marchés cibles. Compte tenu de l'évolution des réglementations et des normes phytosanitaires régissant l'utilisation des produits phytosanitaires, notamment des modifications des limites maximales de résidus (LMR) de l'Union européenne (UE) et du Codex Alimentarius, le COLEAD a créé une base de données sur la protection des cultures (e-GAP), accessible [ici](#). La base de données fournit des informations actualisées sur les bonnes pratiques agricoles (BPA), notamment extraites des essais sur le terrain des produits phytosanitaires (PPP) du COLEAD, des données des fabricants de PPP et la littérature scientifique. Des informations supplémentaires actualisées sur les limites maximales de résidus (LMR) dans divers marchés cibles sont accessibles via [la boîte à outils d'homologation des pesticides de la FAO](#).

AUTRES MÉTHODES DE CONTRÔLE

STADE VÉGÉTATIF

- Utiliser des huiles essentielles tels que :
- L'huile de thym (*Thymus vulgaris*) pour contrôler la fusariose (Vilaplana *et al.*, 2018; Valencia-Chamorro *et al.*, 2021).
- Extrait d'ail : il est recommandé de gratter 4 ails dans une petite quantité d'huile végétale, laisser tremper toute la nuit, compléter avec de l'eau jusqu'à 2 litres, filtrer et ajouter 2 cuillères à café de savon à main.

12.2.5. POURRITURE DU CŒUR DES FRUITS « FRUITLET CORE ROT », « EYE ROT » OU « BLACK SPOT »

RÉSUMÉ

La maladie de pourriture du cœur des fruits est causée par *Penicillium funiculosum*. Les fruits infectés deviennent impropres à la consommation.

AGENTS PATHOGÈNES RESPONSABLES

- *Penicillium funiculosum* (agent majeur)
- *Fusarium* spp. (agent majeur)

DESCRIPTION/IDENTIFICATION

SYMPTÔMES

FRUITS

- Présence des taches brunes à noire sur les tissus de l'œil du fruit (Barral *et al.*, 2020);
- La surface des yeux atteints tend à se déprimer, vire au jaune orange plus vite que les yeux sains voisins et présentent des signes de sénescence à la récolte du fruit;
- Le nombre d'yeux atteints par fruit est élevé;
- Changement de couleur des tissus ovariens en coupe transversale;
- Présence de très fines craquelures transversales des sépales;
- Les inflorescences présentent un aspect brillant au stade fin de floraison;
- Brunissement du centre des fruits commençant en dessous de la cavité florale et s'étendant parfois jusqu'au cœur (Chand *et al.*, 2021).



Figure 93 — Symptômes des taches noires des fruits causés par *Fusarium spp.*
Source : Cano Reinoso *et al.*, 2021

DÉGÂTS

- Incidence économique pour les usines de transformation ;
- Incidence commerciale.

IMPACT SUR LE RENDEMENT

Les pertes de rendement en fruit dues à l'incidence de la pourriture du cœur des fruits dans les champs d'ananas ont été estimées environ à 58 % en Guyane (Rouffiange, 1993).

PRINCIPAUX PARTIES AFFECTÉES

- Fruit

STADES VÉGÉTATIVES AFFECTÉES

- Floraison
- Fructification

ORGANISME DE QUARANTAINE

Les agents pathogènes responsables de la pourriture du cœur des fruits sont présents dans tous les pays producteurs d'ananas.

CONDITIONS FAVORABLES

PÉRIODES

- Les temps frais avec des températures allant de 16 à 21°C pendant les 6 semaines qui suivent le traitement d'induction de la fructification favorisent l'incidence de la pourriture du cœur des fruits causée par *Penicillium funiculosum*.
- Les temps chauds favorisent l'infection par *Fusarium* spp.

CYCLE DE VIE

SOURCES D'INOCULUM

L'acarien *Steneotarsonemus ananas* est le vecteur des agents pathogènes responsables de la pourriture du cœur des fruits.

INFECTION

Les fleurs ouvertes sont les principaux sites d'infection ; cependant, les agents pathogènes peuvent également pénétrer dans les tissus de l'hôte par des blessures à la surface du fruit. *Penicillium funiculosum* infecte le fruit en développement à un certain stade entre l'initiation et une fleur ouverte. L'infection est favorisée par des températures fraîches (16–20°C) pendant les cinq semaines suivant l'initiation florale, période pendant laquelle le champignon s'accumule dans les poils des feuilles endommagées par les acariens. Des températures fraîches similaires sont nécessaires pour l'infection environ 10 à 15 semaines après l'induction florale. Cependant le *Fusarium moniliforme* pénètre dans le fruit par les fleurs ouvertes ou les sites de blessures.

DÉVELOPPEMENT OU SPORULATION

L'évolution de la maladie dépend de la période de pénétration des pathogènes. Les pénétrations précoces (juste après l'épanouissement des fleurs) sont les plus performantes. La plus forte augmentation de taches noires était obtenue par des infestations artificielles (sans blessure) des spores de *P. funiculosum* et *Fusarium* spp. entre 1 et 7 semaines après le traitement d'induction florale.

CONTRÔLE CULTURAL

Pour le contrôle cultural de *P. funiculosum* et *Fusarium* spp, il est recommandé :

STADE PLANTATION

- Éviter les cultivars du groupe Queen, Perolera qui sont plus sensibles.

STADE REPRODUCTIF (FRUCTIFICATION)

- Utiliser un filet pour protéger les fruits d'ananas et des insectes.

BIO-CONTRÔLE

STADE REPRODUCTIF (FRUCTIFICATION)

- Utilisation des bactéries tels que *Bacillus subtilis* GA1, *Pseudomonas fluorescens* F19 et *Pseudomonas fluorescens* CI permet de réduire les pertes post-récolte des fruits d'ananas dues aux pathogènes fongiques.

CONTRÔLE À L'AIDE DES BIOPESTICIDES

STADE VÉGÉTATIF

Utiliser des huiles essentielles tels que :

- l'huile d'eucalyptus, ainsi que les huiles d'extraction d'*Acalypha wilkensisiana* et *Syzygium aromaticum* pour le contrôle de la maladie (Adewuyi-Samuel *et al.*, 2019).

LUTTE CHIMIQUE

STADE REPRODUCTIVE

- Utiliser des fongicides chimiques reste la principale méthode de contrôle de la maladie dans de nombreuses exploitations d'ananas. Mais la nature sporadique de la maladie rend la lutte chimique peu pratique et non économique. Cependant il est recommandé d'utiliser des fongicides incluant l'un des substances ou matières actives homologués.
- Appliquer directement dans l'ouverture des feuilles terminales créée par l'émergence de l'inflorescence.

Sous réserve de leurs homologations dans les pays d'utilisation et du respect des normes en vigueur (niveaux maximaux de résidus LMR) dans les pays ACP, le fosétyl, le captan ou l'acide ascorbique peuvent être utilisés.

N.B.

- Ces produits peuvent être toxiques, rapprochez-vous de votre fournisseur de produits phytosanitaires pour trouver le produit commercial correspondant et connaître les conditions d'utilisation (mode et dose d'application) les plus adaptées à votre contexte spécifique dans le respect de la législation de votre pays.
- Attention ces produits sont à titre indicatives, la réglementation peut changer. Pour en savoir plus sur la liste des produits homologués, veuillez consultez les liens suivants.
- Lors de l'utilisation de PPP, tenez toujours compte de l'approbation locale et des limites maximales de résidus des marchés cibles. Compte tenu de l'évolution des réglementations et des normes phytosanitaires régissant l'utilisation des produits phytosanitaires, notamment des modifications des limites maximales de résidus (LMR) de l'Union européenne (UE) et du Codex Alimentarius, le COLEAD a créé une base de données sur la protection des cultures (e-GAP), accessible [ici](#). La base de données fournit des informations actualisées sur les bonnes pratiques agricoles (BPA), notamment extraites des essais sur le terrain des produits phytosanitaires (PPP) du COLEAD, des données des fabricants de PPP et la littérature scientifique. Des informations supplémentaires actualisées sur les limites maximales de résidus (LMR) dans divers marchés cibles sont accessibles via [la boîte à outils d'homologation des pesticides de la FAO](#).

12.2.6. POURRITURE DU FRUIT DUE AU CHAMPIGNON DE LEVURE « FRUIT ROT BY YEAST »

RÉSUMÉ

La maladie à levures de l'ananas est causée par plusieurs espèces de levures telles que *Saccharomyces* spp., *Hanseniaspora valbyensis* et *Candida* spp. Elle se trouve couramment dans les fruits mûrs et l'agent pathogène se répand facilement dans les fruits trop mûrs ou endommagés. La levure pénètre par des blessures dans le fruit et la chair devient de plus en plus molle et jaune et perd son uniformité en raison des bulles de gaz produites par la fermentation.

AGENTS PATHOGÈNES RESPONSABLES

- *Saccharomyces* spp. (agent majeur)
- *Hanseniaspora valbyensis* (agent mineur)
- *Candida* spp. (agent mineur)

DESCRIPTION/IDENTIFICATION

AGENTS PATHOGÈNES

Les *Saccharomyces* sont des champignons microscopiques composés de cellules ovales unique qui se reproduisent par bourgeonnement et sont capable de transformer la sucre du fruit d'ananas en alcool et en dioxyde de carbone (Chand *et al.*, 2021).

SYMPTÔMES

FRUITS

- Exsudations mousseuses d'un liquide visqueux à travers les fissures ou blessures de la peau de l'ananas ;
- Coloration brune ou olive verte progressivement de la peau du fruit ;
- Dégagement d'une odeur de fermentation alcoolisée ;
- Le chair du fruit devient spongieux ;
- Coloration jaune vif de la chair en décomposition à l'intérieur du fruit ;
- Développement de large cavité de gaz (Chand *et al.*, 2021 ; Sapak *et al.*, 2021).



Figure 94 — Fermentation par des levures (*Saccharomyces spp.*)

PRINCIPALES PARTIES AFFECTÉES

- Fruit

STADES VÉGÉTATIVES AFFECTÉES

- Fructification
- Récolte (avant ou après)

ORGANISME DE QUARANTAINE

- La pourriture du fruit due au champignon de levure «Fruit rot by yeast» ou «Yeasty rot» est une maladie largement répandue dans le monde.

CONDITIONS FAVORABLES

PÉRIODES

- La pourriture du fruit due au champignon de levure se produit principalement pendant le printemps dans les fruits trop mûrs ou endommagés (Sapak *et al.*, 2021).

CONTRÔLE CULTURAL

STADE RÉCOLTE

- Limiter les dommages ou les blessures sur la peau des fruits causés par les insectes nuisibles peut réduire l'incidence de la maladie dans les fermes.
- Protégez les fruits qui mûriront dans les zones sujettes au gel en recouvrant les jeunes fruits en développement de sacs en papier.
- Tout fruit présentant des fractures entre les jeunes fruits doit être cueilli aux premiers stades de la maturité du fruit afin de minimiser les pertes (Chand *et al.*, 2021 ; Sapak *et al.*, 2021).

BIO-CONTRÔLE

STADE REPRODUCTIF (FRUCTIFICATION)

- Utilisation des bactéries tels que *Bacillus subtilis* GA1, *Pseudomonas fluorescens* F19 et *Pseudomonas fluorescens* CI permet de réduire les pertes post-récolte des fruits d'ananas dues à des contaminants fongiques

LUTTE CHIMIQUE

STADE REPRODUCTIVE

- Utiliser des fongicides incluant l'un des substances ou matières actives homologués selon les réglementations et normes phytosanitaires régissant l'utilisation des produits phytopharmaceutiques dans chaque pays.
- Appliquer directement dans l'ouverture des feuilles terminales créée par l'émergence de l'inflorescence.

Sous réserve de leurs homologations dans les pays d'utilisation et du respect des normes en vigueur (niveaux maximaux de résidus LMR) dans les pays ACP et le marché ciblé, le fosétyl, le captan ou l'acide ascorbique peuvent être utilisés.

N.B.

- Ces produits peuvent être toxiques, rapprochez-vous de votre fournisseur de produits phytosanitaires pour trouver le produit commercial correspondant et connaître les conditions d'utilisation (mode et dose d'application) les plus adaptées à votre contexte spécifique dans le respect de la législation de votre pays.
- Attention ces produits sont à titre indicatives, la réglementation peut changer. Pour en savoir plus sur la liste des produits homologués, veuillez consultez les liens suivants.
- Lors de l'utilisation de PPP, tenez toujours compte de l'approbation locale et des limites maximales de résidus des marchés cibles. Compte tenu de l'évolution des réglementations et des normes phytosanitaires régissant l'utilisation des produits phytosanitaires, notamment des modifications des limites maximales de résidus (LMR) de l'Union européenne (UE) et du Codex Alimentarius, le COLEAD a créé une base de données sur la protection des cultures (e-GAP), accessible [ici](#). La base de données fournit des informations actualisées sur les bonnes pratiques agricoles (BPA), notamment extraites des essais sur le terrain des produits phytosanitaires (PPP) du COLEAD, des données des fabricants de PPP et la littérature scientifique. Des informations supplémentaires actualisées sur les limites maximales de résidus (LMR) dans divers marchés cibles sont accessibles via [la boîte à outils d'homologation des pesticides de la FAO](#).

AUTRE MÉTHODE DE CONTRÔLE

STADE VÉGÉTATIF

- Ail: il est recommandé de gratter 4 ails dans une petite quantité d'huile végétale, laisser tremper toute la nuit, compléter avec de l'eau jusqu'à 2 litres, filtrer et ajouter 2 cuillères à café de savon à main.

12.3. PRINCIPAUX MALADIES BACTÉRIENNES

12.3.1. MALADIE ROSE « PINK DISEASE »

RÉSUMÉ

La maladie rose est une maladie causée par les agents bactériennes *Tatumella morbirosei* (anciennement appelé *Pantoea citrea*) et *Tatumella ptyseos*. C'est une maladie très signalée en Australie, à Hawaï, au Mexique, aux Philippines, en Afrique du Sud et à Taïwan. Elle se manifeste une coloration rose de la pulpe de l'ananas.

AGENTS PATHOGÈNES RESPONSABLES

- *Tatumella morbirosei* (anciennement *Pantoea citrea*) (agent majeur)
- *Tatumella ptyseos* (agent majeur)

DESCRIPTION/IDENTIFICATION

SYMPTÔMES

FRUITS

- Coloration rose de la chair crue (après découpage en tranches) (Chand *et al.*, 2021);
- Coloration rose à brun ou rougeâtre lors de la cuisson du fruit, de la pulpe ou du jus (Cha *et al.*, 1997; Marín-Cevada *et al.*, 2010);
- Brunissement prononcé des tranches crues de la chair lors de la stérilisation des conserves du fruit (Chand *et al.*, 2021);
- Dégagement d'une odeur aromatique de melon mûr (Chand *et al.*, 2021);
- Faible taux Brix (teneur en sucre soluble) (Chand *et al.*, 2021).

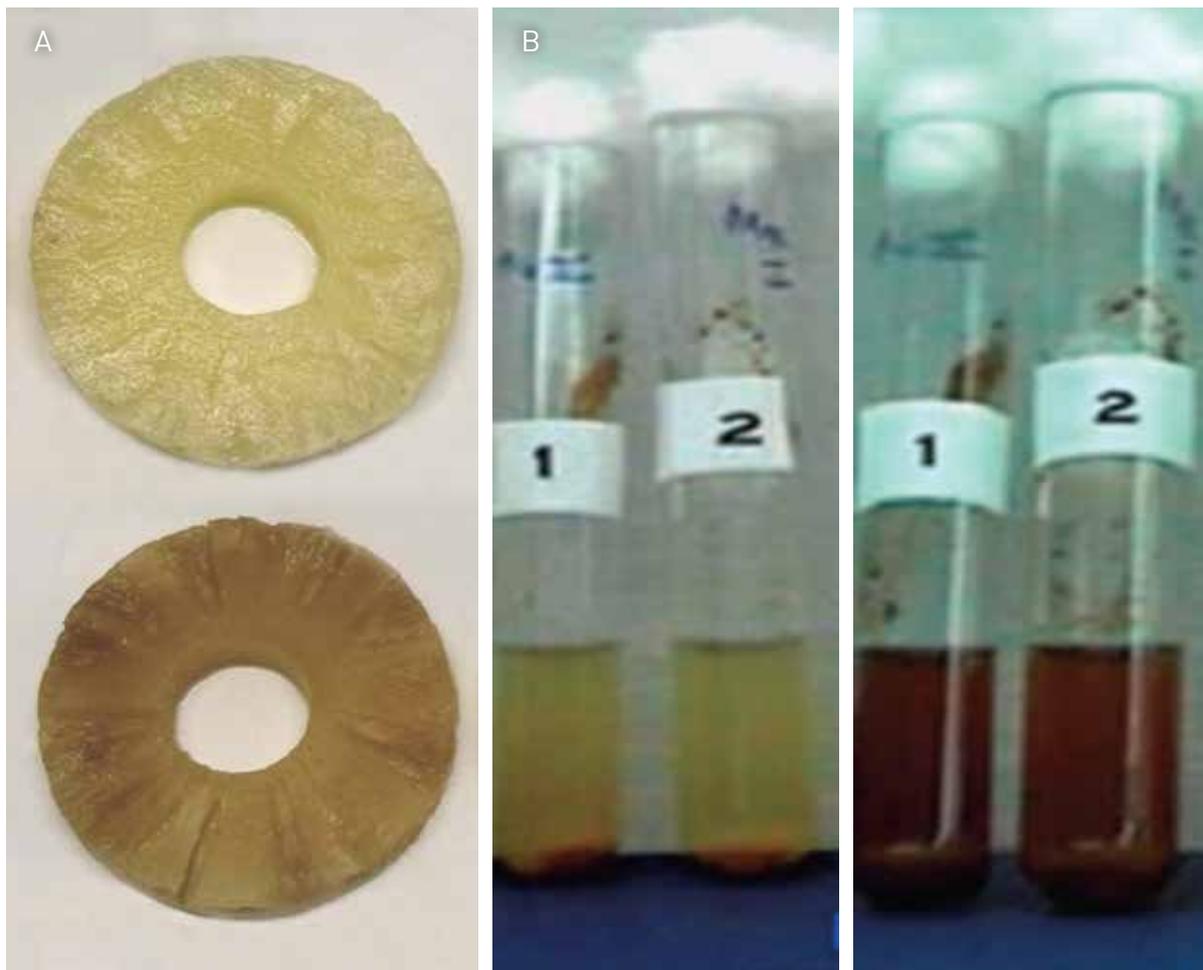


Figure 95 — Test de diagnostic de la maladie rose par chauffage d'une tranche (a) et de jus d'ananas infecté par 1. *Pantoea citrea*; 2. *Tatumelle ptyséos* (b)
 Source:Marín -Cevada et al., 2010; Marín-Cevada et Fuentes-Ramírez, 2016

DÉGÂTS

- Incidence économique pour les fabricants de conserves.
- La qualité de l'ananas transformé diminue

IMPACT SUR LE RENDEMENT

Près de 50 à 90% des fruits sont atteints par la maladie rose de l'ananas en hiver.

PRINCIPALES PARTIES AFFECTÉES DE LA CULTURE

- Fruit

STADES AFFECTÉS DE LA CULTURE

- Fructification

CONDITIONS FAVORABLES

PÉRIODES

- Les premières pluies survenant après une longue saison sèche ;
- Les saisons fraîches et humides ;
- Printemps (Septembre - Octobre)

CYCLE DE VIE

SOURCES D'INOCULUM

Insectes et acariens

INFECTION

La bactérie infecte le fruit par la fleur ouverte en période de fraîcheur.

DÉVELOPPEMENT OU SPORULATION

Cette maladie ne survient que sporadiquement lorsque les fruits se développent dans des conditions fraîches et humides.

DISSÉMINATION

Les insectes et acariens sont les agents de dissémination des bactéries pathogènes.

CONTRÔLE CULTURAL

STADE PLANTATION

- Utiliser des variétés résistantes telles que Cayenne lisse.

LUTTE CHIMIQUE

STADE REPRODUCTIVE

- Utiliser des bactéricides incluant l'un des substances ou matières actives homologués selon les réglementations et normes phytosanitaires régissant l'utilisation des produits phytopharmaceutiques dans chaque pays.
- Appliquer directement dans l'ouverture des feuilles terminales créée par l'émergence de l'inflorescence.

N.B.

- Les produits de protection des plantes (PPP) peuvent être toxiques, rapprochez-vous de votre fournisseur de produits phytosanitaires pour trouver le produit commercial correspondant et connaître les conditions d'utilisation (mode et dose d'application) les plus adaptées à votre contexte spécifique dans le respect de la législation de votre pays.
- Attention ces produits sont à titre indicatives, la réglementation peut changer. Pour en savoir plus sur la liste des produits homologués, veuillez consultez les liens suivants.
- Lors de l'utilisation de PPP, tenez toujours compte de l'approbation locale et des limites maximales de résidus des marchés cibles. Compte tenu de l'évolution des réglementations et des normes phytosanitaires régissant l'utilisation des produits phytosanitaires, notamment des modifications des limites maximales de résidus (LMR) de l'Union européenne (UE) et du Codex Alimentarius, le COLEAD a créé une base de données sur la protection des cultures (e-GAP), accessible [ici](#). La base de données fournit des informations actualisées sur les bonnes pratiques agricoles (BPA), notamment extraites des essais sur le terrain des produits phytosanitaires (PPP) du COLEAD, des données des fabricants de PPP et la littérature scientifique. Des informations supplémentaires actualisées sur les limites maximales de résidus (LMR) dans divers marchés cibles sont accessibles via [la boîte à outils d'homologation des pesticides de la FAO](#).

12.3.2. POURRITURE BACTÉRIENNE DU CŒUR « BACTERIAL FRUIT HEART ROT » ET EFFONDREMENT DU FRUIT « FRUIT COLLAPSE »

RÉSUMÉ

La pourriture bactérienne du fruit « Bacterial fruit heart rot » et l'effondrement du fruit « Fruit collapse » sont des maladies causées par les bactéries *Erwinia chrysanthemi* et *Dickeya zae* syn. Les plants d'ananas affectés développent des lésions foliaires aqueuses ressemblant à des ampoules ou cloques et une pourriture molle des fruits mûrs.

AGENTS PATHOGÈNES RESPONSABLES

- *Dickeya zae* syn. (agent majeur)
- *Erwinia chrysanthemi* (agent majeur)

DESCRIPTION/IDENTIFICATION

AGENTS PATHOGÈNES

L'agent pathogène *Erwinia chrysanthemi* est une bactérie virulente de la famille des Enterobacteriaceae. L'agent pathogène *Erwinia chrysanthemi* appartient à ce dernier groupe et est considéré comme l'agent pathogène de la pourriture molle le plus important sur le plan commercial (Yogendra Singh et Purohit, 2017 ; Nor *et al.*, 2019).

Deux souches de *Erwinia chrysanthemi* provenant de plantes hôtes d'ananas ont été identifiées comme des souches de *Dickeya zae* et des souches de *Dickeya dadantii* (Ramachandran *et al.*, 2015).

SYMPTÔMES (POURRITURE BACTÉRIENNE DU CŒUR « BACTERIAL FRUIT HEART ROT »)

FEUILLES

- Présence de lésions aqueuses (imbibées de liquide) sur les sections basales blanches des feuilles, qui peuvent s'étendre (au fur et à mesure de la croissance de la plante) dans la partie verte de la feuille (Pires De Matos, 2019 ; Sapak *et al.*, 2021) ;
- Décoloration foliaire du vert-olive au brun (Chand *et al.*, 2021 ; Sidik et Sapak, 2021) ;
- Jaunissement des feuilles et dessèchement de leurs apex (Queiroga *et al.*, 2023). ;
- Gonflement des feuilles dû à un gaz malodorant formé lorsque le tissu foliaire est fermenté par les bactéries ;
- Pourriture des tissus du cœur ou de la tige centrale.



Figure 96 — Les symptômes de la pourriture bactérienne du cœur.
(a) et (b). Lésions aqueuses (imbibées de liquide) sur les sections basales blanches de la feuille, et évoluant vers la partie verte de la feuille ; (c). Gonflement des feuilles dû à un gaz malodorant formé ; (d). Décoloration foliaire du vert-olive au brun

Source: Young *et al.*, 2022

SYMPTÔMES (EFFONDREMENT DU FRUIT « FRUIT COLLAPSE »)

FRUITS

- Coloration vert-olive de la peau du fruit à l'approche de la maturité (Pires De Matos, 2019; Chand *et al.*, 2021; Sapak *et al.*, 2021);
- Ecoulement d'un exsudat (liquide blanc) abondant et mousseux à partir des fissures entre les yeux du fruit (Chand *et al.*, 2021);
- Libération de bulles de gaz due à la fermentation causée par les bactéries (Pires De Matos, 2019; Sapak *et al.*, 2021);
- Présence des cavités pourries dans les tranches de fruit infesté (Sapak *et al.*, 2021);
- Dégagement d'une forte odeur acide.



Figure 97 — Les symptômes de la maladie de l'affaissement/effondrement du fruit chez l'ananas après la récolte. (a) Ecoulement d'un exsudat (liquide blanc) abondant et mousseux à partir des fissures entre les yeux du fruit; (b) Coloration vert-olive de la peau du fruit; (c) Libération de bulles de gaz

Source : Cano Reinoso *et al.*, 2021

DÉGÂTS

- Destruction de la plante entière une fois que la plante est infectée;
- Propagation des pathogènes sur d'autres plantes saines.

IMPACT SUR LE RENDEMENT

Les pertes de rendement en fruit due à la pourriture bactérienne du cœur du fruit seule étaient de l'ordre de 30 % en Malaisie (Lim, 1985). Récemment, l'incidence des deux maladies dans les plantations cause des pertes de rendement allant jusqu'à 40 % en Malaisie (Fisheries et Forestry, 2012).

PRINCIPALES PARTIES AFFECTÉES DE LA CULTURE

- Feuille
- Tige
- Fruit

STADES AFFECTÉS DE LA CULTURE

- Croissance végétative
- Fructification

ORGANISME DE QUARANTAINE

- La pourriture bactérienne du cœur et la maladie d'effondrement des fruits de l'ananas sont enregistrées dans les plantations d'ananas au Brésil, au Costa Rica, à Hawaï, en Malaisie et aux Philippines.
- *Erwinia chrysanthemi* et *Dickeya zaeae* syn sont des espèces très répandues aussi bien dans les régions tropiques que les régions subtropicales.

CONDITIONS FAVORABLES

- Des facteurs environnementaux tels qu'une humidité élevée, des températures chaudes (25 à 30°C) et la pluie renforcent considérablement le développement des bactéries (Sapak *et al.*, 2021).

CYCLE DE VIE

SOURCES D'INOCULUM

Les débris des plants infestés, le sol contaminé et l'eau d'irrigation constituent des sources d'inoculum de deux bactéries (Pires De Matos, 2019). Le jus infesté constitue par contre une source secondaire d'infection pour la plante elle-même et les plantes à proximité (Sapak *et al.*, 2021). Le matériel de plantation est moins une source majeure des bactéries puisque les bactéries ne survivent pas longtemps sur les surfaces des feuilles (Pires De Matos, 2019).

INFECTION

Après son entrée dans la plante, les bactéries se multiplient, se déplacent dans le système vasculaire et les stomates et causent des dommages à plusieurs parties de la plante. L'infection des fruits se produit par les fleurs lorsque des fourmis ou d'autres insectes transfèrent le liquide ou la sève infectés des plantes infectées vers des plantes saines. Les fruits infectés sont généralement asymptomatiques jusqu'à 2 à 3 semaines avant leur maturation.

DÉVELOPPEMENT OU SPORULATION

Une fois que la bactérie pénètre dans l'ovaire, elle reste latente jusqu'à 2-3 semaines avant la maturation. À ce stade, les niveaux de sucre augmentent tandis que les niveaux de polyphénol oxydase diminuent (Pires De Matos, 2019). Le développement de la pourriture bactérienne du cœur par contre prend de 1 à 2 semaines après les premiers symptômes dans des conditions optimales.

DISSÉMINATION

Les fourmis, le coléoptère aigre, l'acararien tarsonémide de l'ananas et les mouches sont les principaux vecteurs de dissémination de la bactérie. Des facteurs environnementaux tels que le vent ainsi que la pluie soufflée par le vent contribuent également à la transmission de la maladie (Pires De Matos, 2019). Il est très mobile dans l'eau. Il se transmet donc très facilement par l'eau, le sol, la rosée, les insectes ou les travailleurs. Elle se développe plus fréquemment dans les cultures dont les systèmes de drainage sont déficients, ou pendant les périodes pluvieuses et celles où la croissance des plantes est plus active (Queiroga *et al.*, 2023).

SURVEILLANCE

- Inspectez régulièrement les cultures d'ananas pour détecter les symptômes de pourriture bactérienne du cœur ou d'affaissement/ effondrement des fruits.
- Un contrôle adéquat des insectes doit être effectué afin d'éviter leur propagation (Queiroga *et al.*, 2023)..

CONTRÔLE CULTURAL

STADE PRÉ-PLANTATION

- Utiliser des rejets certifiés exempts de maladies pour démarrer de nouvelles cultures.

STADE PLANTATION

- Utiliser les variétés résistantes plutôt que les variétés relativement susceptibles et sensibles ;
- Garder le matériel agricole et de propagation des rejets propre ;
- Éviter de partager la machinerie et l'équipement avec d'autres producteurs.

STADE VÉGÉTATIF

- Retirer et détruire immédiatement les plants infectés dans la plantation, si des plantes présentent des symptômes de flétrissement d'ananas ou de pourriture du cœur.
- Évitez le stress hydrique. Les plantes sont plus sensibles à la pourriture lorsqu'elles sont soumises à un stress hydrique dans des conditions chaudes et sèches suivies de fortes pluies.
- Améliorez le drainage dans les plantations où l'eau s'accumule après la pluie.

BIO-CONTRÔLE

STADE VÉGÉTATIF

- Utiliser des agents bio-contrôle tels que *Trichoderma asperellum* (Ishak *et al.*, 2021).
- Utiliser du *Bacillus cereus* qui a un grand potentiel d'inhibition de la croissance des agents pathogènes bactériens.

LUTTE CHIMIQUE

STADE VÉGÉTATIF

- Utiliser des bactéricides incluant l'un des substances ou matières actives homologués selon les réglementations et normes phytosanitaires régissant l'utilisation des produits phytopharmaceutiques dans chaque pays.
- L'application foliaire des bactéricides suppriment les pathogènes et réduisent la sévérité des deux maladies sur les plantes d'ananas (Sidek et Sapak, 2021).
- De même l'application des insecticides et acaricides permet de lutter contre les principaux vecteurs de la bactérie (fourmis et les acariens).
- Selon Queiroga *et al.* (2023), il n'existe pas de contrôle chimique efficace dans son intégralité, c'est pourquoi sa gestion est principalement préventive.

N.B.

- Les produits de protection de plantes (PPP) peuvent être toxiques, rapprochez-vous de votre fournisseur de produits phytosanitaires pour trouver le produit commercial correspondant et connaître les conditions d'utilisation (mode et dose d'application) les plus adaptées à votre contexte spécifique dans le respect de la législation de votre pays.
- Attention ces produits sont à titre indicatif, la réglementation peut changer. Pour en savoir plus sur la liste des produits homologués, veuillez consultez les liens suivants.

Lors de l'utilisation de PPP, tenez toujours compte de l'approbation locale et des limites maximales de résidus des marchés cibles. Compte tenu de l'évolution des réglementations et des normes phytosanitaires régissant l'utilisation des produits phytosanitaires, notamment des modifications des limites maximales de résidus (LMR) de l'Union européenne (UE) et du Codex Alimentarius, le COLEAD a créé une base de données sur la protection des cultures (e-GAP), accessible [ici](#). La base de données fournit des informations actualisées sur les bonnes pratiques agricoles (BPA), notamment extraites des essais sur le terrain des produits phytosanitaires (PPP) du COLEAD, des données des fabricants de PPP et la littérature scientifique. Des informations supplémentaires actualisées sur les limites maximales de résidus (LMR) dans divers marchés cibles sont accessibles via [la boîte à outils d'homologation des pesticides de la FAO](#).

AUTRES MÉTHODES DE CONTRÔLE

STADE VÉGÉTATIF

- Il convient d'être prudent lors de la manipulation des plantes, car si elles sont blessées, les bactéries peuvent pénétrer plus facilement. Dans ce cas, l'utilisation de cuivre permet de protéger et de guérir les blessures.
- Les produits à base de sulfate de cuivre, d'ammonium quaternaire et d'iode peuvent être utilisés.

12.3.3. MARBRAGE DE L'ANANAS « MARBLING DISEASE »

RÉSUMÉ

La marbrure est une maladie mineure qui survient sporadiquement. La maladie n'est grave que dans les pays où les fruits d'ananas mûrissent dans des conditions tropicales. Les fruits infectés ne présentent aucun symptôme externe mais à l'intérieur, la chair est brun-rouge et granuleuse.

AGENTS PATHOGÈNES RESPONSABLES

- *Erwinia ananas*
- *Pontea ananatis*
- *Acetobacter spp.*

DESCRIPTION/IDENTIFICATION

AGENTS PATHOGÈNES

Erwinia est une bactérie très commune dans notre environnement et n'est pas une maladie qui produit des toxines problématiques.

SYMPTÔMES

FRUITS

- Décoloration jaune à rouge ou brun très foncé de la chair des fruits après découpage ;
- Développement d'une texture granuleuse avec une consistance ligneuse de la chair dans les tissus infectés ;
- Les fruits sont peu acides et peu sucrés (Chand *et al.*, 2021).



Figure 98 — Aperçu des symptômes de la maladie de marbre dans la chair de l'ananas.
(a) Décoloration jaune à brun très foncé de la chair ;
(b) et (c). Développement de tache rouge causée par *Erwinia herbicola* sur la chair de l'ananas
Source : Joy et Sindhu, 2012 ; <https://ask2.extension.org/kb/faq.php?id=259383>

PRINCIPAUX PARTIES AFFECTÉES DE LA CULTURE

- Fruit

STADES AFFECTÉS DE LA CULTURE

- Floraison
- Fructification

CONDITIONS FAVORABLES

- Saisons chaudes et humides.

CYCLE DE VIE

Infection : Les bactéries pénètrent par la fleur ouverte et les fissures de croissance naturelles à la surface du fruit.

CONTRÔLE CULTURAL

STADE PLANTATION

- L'utilisation de la variété d'ananas Cayenne lisse qui semble être moyennement résistante à la maladie.

BIO-CONTRÔLE

STADE VÉGÉTATIF

- Utiliser *Bacillus gordonae* : il permet de réduire l'incidence des agents pathogènes en combinaison avec les insecticides.

LUTTE CHIMIQUE

STADE REPRODUCTIF

- Utiliser des bactéricides (thymol) homologués selon les réglementations et normes phytosanitaires régissant l'utilisation des produits phytopharmaceutiques dans chaque pays.

N.B.

- Les produits phytosanitaires (PPP) peuvent être toxiques, rapprochez-vous de votre fournisseur de produits phytosanitaires pour trouver le produit commercial correspondant et connaître les conditions d'utilisation (mode et dose d'application) les plus adaptées à votre contexte spécifique dans le respect de la législation de votre pays.
- Attention ces produits sont à titre indicatives, la réglementation peut changer. Pour en savoir plus sur la liste des produits homologués, veuillez consultez les liens suivants.

Lors de l'utilisation de PPP, tenez toujours compte de l'approbation locale et des limites maximales de résidus des marchés cibles. Compte tenu de l'évolution des réglementations et des normes phytosanitaires régissant l'utilisation des produits phytosanitaires, notamment des modifications des limites maximales de résidus (LMR) de l'Union européenne (UE) et du Codex Alimentarius, le COLEAD a créé une base de données sur la protection des cultures (e-GAP), accessible [ici](#). La base de données fournit des informations actualisées sur les bonnes pratiques agricoles (BPA notamment extraites des essais sur le terrain des produits phytosanitaires (PPP) du COLEAD, des données des fabricants de PPP et la littérature scientifique. Des informations supplémentaires actualisées sur les limites maximales de résidus (LMR) dans divers marchés cibles sont accessibles via [la boîte à outils d'homologation des pesticides de la FAO](#).

12.4. PRINCIPAUX MALADIES VIRALES

12.4.1. LES TACHES JAUNES «YELLOW SPOT»

RÉSUMÉ

Les taches jaunes sur les feuilles «Yellow spot» est due à un virus de divers adventices transmis aux plantes cultivées par de petits insectes volants (appelés Thrips); elle affecte plus particulièrement les fruits.

AGENTS PATHOGÈNES RESPONSABLES

- *Thrips tabaci* (Linderman)
- *Frankliniella schultzei* (Trybom)
- *Frankliniella occidentalis* (Pergete)
- *Frankliniella fusca* (Hinds),



Figure 99 — *Frankliniella occidentalis*

Source: <https://infonet-biovision.org/PlantHealth/Pests/Thrips>

DESCRIPTION/IDENTIFICATION

AGENTS PATHOGÈNES

Les thrips sont de petits insectes de 1 à 1,5 mm. Il se reproduit entièrement parthénogénétiquement; les mâles sont très rares. La femelle pond environ 30 à 80 œufs blanchâtres dans de petites entailles qu'elle a pratiquées dans le tissu végétal à l'aide de son ovipositeur. Le cycle complet des thrips peut être achevé en 12 jours dans les climats chauds et il y a généralement trois à cinq générations par an.

SYMPTÔMES

FEUILLE	<ul style="list-style-type: none">— Présence de petites taches rondes (2 à 5 mm), de couleur jaunâtre sur la face supérieure des plus feuilles de la plante ;— Formation des taches de coloration jaune qui deviennent marron et ne tardent pas à se nécroser (Chand <i>et al.</i>, 2021).— Les feuilles se recroquevillent, brunissent et tombent.
FRUITS	<ul style="list-style-type: none">— Nécrose progressive de la partie supérieure du fruit ;— Dessèchement complet de la couronne ;— Courbure du fruit ;— Absence ou non formation de couronne sur le fruit ;— Développement d'une cavité noire et sèche sur le côté du fruit due à la mort d'un ou plusieurs yeux (Chand <i>et al.</i>, 2021).



Figure 10 — Symptômes de la maladie des taches jaunes :
Coloration jaune des feuilles avec des taches marron
Source : Joy et Sindhu, 2012



Figure 101 — Symptômes de la maladie des taches jaunes :
Développement d'une cavité noire et sèche sur le côté du fruit due à la mort d'un ou plusieurs yeux
Source : Joy et Sindhu, 2012

DÉGÂTS

- La plante meurt ;
- Le fruit meurt de haut en bas.

IMPACT SUR LE RENDEMENT

Importante pertes à la récolte.

PRINCIPALES PARTIES AFFECTÉES DE LA CULTURE

- Feuille
- Fruit
- Couronne

STADES AFFECTÉS DE LA CULTURE

- Croissance
- Fructification

ORGANISME DE QUARANTAINE

- Elle est plus signalée en Hawaï, aux Philippines, en Australie et en Afrique du Sud où la très grande majorité des plantations sont réalisées à base de couronnes. *Thrips tabaci* est supposé être d'origine méditerranéenne, mais on le trouve aujourd'hui dans le monde entier.

CYCLE DE VIE

Le cycle de vie prend environ deux à trois semaines dans des conditions chaudes.

SOURCES D'INOCULUM

Les plants d'ananas infectés.

INFECTION

Chez les espèces de thrips parasites, les œufs sont insérés dans les tissus de la plante ; ils éclosent au bout de 5 à 10 jours, la larve passe par quatre stades successifs d'une durée totale de 15 à 30 jours. La larve acquiert le virus en se nourrissant sur les plants infestés (il survit aux mues successives) et l'adulte qui en est issu, est capable de transmettre la maladie. Les infections se produisent à travers les fleurs ouvertes, provoquant le développement de grandes cavités noires sur le fruit. Sur les plantes, l'infection se produit au début de la croissance et les couronnes des fruits en développement sont parfois infectées (Chand *et al.*, 2021).

ŒUFS

sont très petits, un seul œuf mesure 0,25 mm de long et 0,1 mm de large. Ils sont blancs lorsqu'ils sont fraîchement pondus et deviennent jaune pâle vers la maturation. Les œufs sont généralement pondus individuellement à l'intérieur du tissu végétal et ne sont donc pas visibles. Certains thrips (par exemple *Haplothrips* spp) pondent des œufs isolément ou en grappes fixées à la surface de la plante.

LARVES

Les larves des premier et second stade sont très petites (0,5 à 1,2 mm), allongées, élancées et de couleur variant du jaune pâle, orange ou rouge selon les espèces. Ils ont des pièces buccales perçantes-suceuses. Ils ressemblent à une version miniature des adultes mais n'ont pas d'ailes.

PRÉ NYMPHE ET PUPES

Ces deux ou trois stades sont des formes intermédiaires entre la nymphe et l'adulte. Ils ont des bourgeons alaires courts mais pas d'ailes fonctionnelles. Pendant ces stades, les thrips sont inactifs et ne se nourrissent pas et ne causent donc aucun dommage à la plante. La nymphose peut se produire sur une plante ou dans le sol en dessous, selon les espèces.

LES THRIPS ADULTES

Sont petits (généralement 1 à 1,5 mm), minces et généralement ailés. Les ailes sont longues, étroites et bordées de longs poils, et au repos, sont nouées sur le dos le long du corps. Leur couleur varie selon les espèces. La plupart des espèces sont noires, brunes ou jaunes.

SURVEILLANCE

- Surveillez régulièrement la culture. La détection précoce des thrips est importante pour déterminer une stratégie de contrôle appropriée. Les thrips peuvent être facilement détectés en secouant les feuilles sur un morceau de papier blanc

CONTRÔLE CULTURAL

STADE VÉGÉTATIF

- Gardez la plantation exempte de mauvaises herbes ;
- Évitez de détruire les anciennes parcelles de mauvaises herbes près des jeunes plantations de cimes ou des champs avec des fruits en développement.

LUTTE CHIMIQUE

STADE VÉGÉTATIF

- Utiliser des insecticides homologués selon les réglementations et normes phytosanitaires régissant l'utilisation des produits phytopharmaceutiques dans chaque pays pour lutter contre les vecteurs du virus des tâches jaunes.

N.B.

- Les produits phytosanitaires (PPP) peuvent être toxiques, rapprochez-vous de votre fournisseur de produits phytosanitaires pour trouver le produit commercial correspondant et connaître les conditions d'utilisation (mode et dose d'application) les plus adaptées à votre contexte spécifique dans le respect de la législation de votre pays.
- Attention ces produits sont à titre indicatives, la réglementation peut changer. Pour en savoir plus sur la liste des produits homologués, veuillez consultez les liens suivants.

Lors de l'utilisation de PPP, tenez toujours compte de l'approbation locale et des limites maximales de résidus des marchés cibles. Compte tenu de l'évolution des réglementations et des normes phytosanitaires régissant l'utilisation des produits phytosanitaires, notamment des modifications des limites maximales de résidus (LMR) de l'Union européenne (UE) et du Codex Alimentarius, le COLEAD a créé une base de données sur la protection des cultures (e-GAP), accessible [ici](#). La base de

données fournit des informations actualisées sur les bonnes pratiques agricoles (BPA), notamment extraites des essais sur le terrain des produits phytosanitaires (PPP) du COLEAD, des données des fabricants de PPP et la littérature scientifique. Des informations supplémentaires actualisées sur les limites maximales de résidus (LMR) dans divers marchés cibles sont accessibles via [la boîte à outils d'homologation des pesticides de la FAO](#).

CONTRÔLE À L'AIDE DES BIOPESTICIDES

STADE VÉGÉTATIF

- Ail : il est recommandé de gratter 4 ails dans une petite quantité d'huile végétale, laisser tremper toute la nuit, compléter avec de l'eau jusqu'à 2 litres, filtrer et ajouter 2 cuillères à café de savon à main.
- Feuilles de papaye : il est recommandé d'agiter 1 kg de feuilles dans 1 L d'eau et les presser dans un chiffon et d'ajouter 4 litres de solution savonneuse (100 g de savon/25 litres d'eau)

12.4.2. MALADIE DU WILT

RÉSUMÉ

La maladie du flétrissement de la cochenille est causée par des virus *Ampelovirus* transmis par les insectes ravageurs *Dysmioccus brevipes* et *Dysmioccus neobrevipes* lorsqu'ils se nourrissent de jeunes feuilles.

AGENTS PATHOGÈNES RESPONSABLES

- *Ampelovirus spp.* (agent majeur)

DESCRIPTION/IDENTIFICATION

AGENTS PATHOGÈNES

Il existe deux espèces de virus du genre *Ampelovirus*, qui ont été classés comme sous-groupe I (nommé PMWaV-1) et sous-groupe II (nommé PMWaV-2) (Dey *et al.*, 2018). Le PMWaV-2 a un génome d'ARN plus complexe que le PMWaV-1 et les deux virus sont les plus signalés comme les principales souches responsables de la maladie de wilt (Alvarez *et al.*, 2015).

SYMPTÔMES

FEUILLES	<ul style="list-style-type: none">— Décoloration rouge des feuilles à mi-hauteur de la plante ;— Enroulent des feuilles vers le bas à la marge et l'extrémité de la feuille meurt (Chand <i>et al.</i>, 2021) ;— Décoloration jaune des feuilles intérieures (Sapak <i>et al.</i>, 2021) ;— Brunissement des extrémités des feuilles (Dey <i>et al.</i>, 2018).
FRUITS	<ul style="list-style-type: none">— Les fruits sont plus petits (Chand <i>et al.</i>, 2021) ;— Fruits malformés (Sapak <i>et al.</i>, 2021).



Figure 102 — Exemple visuelle des symptômes de la maladie du Wilt chez l'ananas :
 (a) Décoloration rouge des feuilles ;
 (b) Enroulent des feuilles vers le bas et décoloration jaune des feuilles intérieures
 Source : Cliché de terrain, 2021

DÉGÂTS

- La plante ne pas produire de fruits ou meurt (Sapak *et al.*, 2021).

IMPACT SUR LE RENDEMENT

L'incidence de la maladie sur le rendement est de l'ordre de 35% du rendement des plantes atteintes de flétrissement (Sether et Hu, 2002).

PRINCIPALES PARTIES AFFECTÉES DE LA CULTURE

- Feuille
- Fruit

STADES AFFECTÉS DE LA CULTURE

- Croissance
- Fructification

ORGANISME DE QUARANTAINE

- La maladie de wilt est présente dans les cultures d'ananas à travers le monde (Nyarko et Asare-Bediako, 2019 ; Massé *et al.*, 2021).

CONDITIONS FAVORABLES

PÉRIODES

- Hiver
- Saison humide

CYCLE DE VIE

DISSÉMINATION

Les principaux agents de dissémination de l'agent pathogène sont les fourmis (*Pheidole megacephala*) qui jouent un rôle très important dans la dispersion des cochenilles dans les champs d'ananas. Le vent est un agent secondaire (Pires De Matos, 2019 ; Chand *et al.*, 2021 ; Sapak *et al.*, 2021).

CONTRÔLE CULTURAL

STADE PLANTATION

- Utiliser du matériel de plantation provenant de zones exemptes de flétrissement ou de champs à faible niveau de flétrissement ;
- Le matériel de plantation doit être plongé dans de l'eau chaude (50°C) pendant 30 min (Pires De Matos, 2019) ;
- Retrait et destruction des plantes infectées présentant des symptômes de flétrissement (Pires De Matos, 2019) ;
- L'enlèvement des vieilles souches d'ananas ;
- Détruire les plantes et des ananas infectés par le flétrissement après la première récolte de rejets et l'initiation de périodes de jachère se sont toutes avérées efficaces pour la gestion intégrée de la MWP (Sapak *et al.*, 2021).

BIO-CONTRÔLE

STADE VÉGÉTATIF

- Utiliser des ennemis naturels potentiels tels que *Lobodiplosis pseudococci* Felt (Diptera : Cecidomyiidae), *Nephus bilucernarius* Mulsant (Coléoptère : Coccinellidae), et *Anagyrus ananatis* Gahan (Hyménoptère : Encyridae) (Sapak *et al.*, 2021).

STADE PLANTATION/STADE VÉGÉTATIF

- Lorsque les plantules proviennent d'une plantation infestée de cochenilles farineuses, elles doivent être traitées par immersion pendant 3 à 5 minutes dans un mélange insecticide-acaricide avec un des produits efficaces. Ajouter au mélange un épandeur d'adhésif afin qu'il soit bien réparti et qu'il reste collé à la surface de la plante. Après le trempage, les plantules doivent être placées dans des papier ou des boîtes en plastiques perforées afin que l'excédent du mélange retourne dans la solution. Les plants sont ensuite étalés pour sécher.
- Si au moins une plante présentant des symptômes de flétrissement ou une colonie de cochenilles farineuses est détectée dans une plantation allant jusqu'à cinq hectares, ou au moins deux plantes présentant des symptômes de flétrissement ou une (des) colonie(s) de cochenilles farineuses dans des plantations de plus de cinq hectares, il convient de procéder à une lutte chimique localisée (dans les touffes et les plantes adjacentes), en appliquant l'un des insecticides énumérés. Poursuivre la surveillance et répéter le traitement si nécessaire.

Utiliser des insecticides et acaricides homologués selon les réglementations et normes phytosanitaires régissant l'utilisation des produits phytopharmaceutiques dans chaque pays. Sous réserve de leurs homologations dans les pays d'utilisation et du respect des normes en vigueur (niveaux maximaux de résidus LMR) dans les pays ACP, le diazinon, la deltaméthrine et le lambda-cyhalothrine peuvent être utilisés.

N.B.

- Les produits phytosanitaires (PPP) peuvent être toxiques, rapprochez-vous de votre fournisseur de produits phytosanitaires pour trouver le produit commercial correspondant et connaître les conditions d'utilisation (mode et dose d'application) les plus adaptées à votre contexte spécifique dans le respect de la législation de votre pays.
- Attention ces produits sont à titre indicatives, la réglementation peut changer. Pour en savoir plus sur la liste des produits homologués, veuillez consultez les liens suivants.

Lors de l'utilisation de PPP, tenez toujours compte de l'approbation locale et des limites maximales de résidus des marchés cibles. Compte tenu de l'évolution des réglementations et des normes phytosanitaires régissant l'utilisation des produits phytosanitaires, notamment des modifications des limites maximales de résidus (LMR) de l'Union européenne (UE) et du Codex Alimentarius, le COLEAD a créé une base de données sur la protection des cultures (e-GAP), accessible [ici](#). La base de données fournit des informations actualisées sur les bonnes pratiques agricoles (BPA), notamment extraites des essais sur le terrain des produits phytosanitaires (PPP) du COLEAD, des données des fabricants de PPP et la littérature scientifique. Des informations supplémentaires actualisées sur les limites maximales de résidus (LMR) dans divers marchés cibles sont accessibles via [la boîte à outils d'homologation des pesticides de la FAO](#).

CONTRÔLE À L'AIDE DES BIOPESTICIDES

STADE PLANTATION

- Tremper les rejets dans de l'huile blanche ou de l'huile horticoles pour débarrasser le matériel de plantation des cochenilles farineuses.

AUTRES MÉTHODES DE CONTRÔLE

STADE VÉGÉTATIF

- Utiliser des pièges à fourmis afin de permettre aux prédateurs et aux parasitoïdes de lutter naturellement contre les cochenilles farineuses.
- Utiliser des appâts tels que Amdro® et d'autres régulateurs d'insectes pour éliminer les populations de fourmis (Dey *et al.*, 2018).

12.5. LES POINTS ESSENTIELS À RETENIR

Les principaux ravageurs et maladies affectant la culture d'ananas sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 25 — Principaux espèces de ravageurs ou maladies et leurs stades d'affectation de la culture d'ananas

ESPÈCES DE RAVAGEURS OU MALADIES	PLANTATION	ÉMISSION DU SYSTÈME RACINAIRE (1- 6 MAP)	CROISSANCE VÉGÉTATIVE	FLORAISON	FRUTIFICATION	RÉCOLTE	PRODUCTION DES REJETS
RAVAGEURS							
<i>Meloïdogyne javanica</i> (nématodes à galles)	0	+++	+++	+	+	+	+
<i>Meloïdogyne incognita</i> (nématodes à galles)	0	+++	+++	+	+	+	+
<i>Pratylenchus brachyurus</i> (nématodes à lésions)	0	+++	+++	+	+	+	+
<i>Rotylenchulus reniformis</i> (nématodes réniformes)	0	+++	+++	+	+	+	+
<i>Hanseniella ivorensis</i> (insecte suceur)	0	+++	++	0	0	0	0
<i>Scutigerella sakimurai</i> (insecte suceur)	0	+++	++	0	0	0	0
<i>Hanseniella unguiculata</i> (insecte suceur)	0	+++	++	0	0	0	0
<i>Dysmicoccus brevipes</i> (insecte piqueur-suceur)	+++	+++	+++	0	0	0	0
<i>Dysmicoccus neobrevipes</i> (insecte piqueur-suceur)	0	0	0	0	+++	+++	+++
<i>Diaspis bromeliae</i> (insecte piqueur-suceur)	0	0	+++	0	+++	0	0
<i>Diaspis boisduvalii</i> (insecte piqueur-suceur)	0	0	+++	0	+++	0	0
<i>Strymon megarus/ Thecla basilides</i> (foreur de fruits)	0	0	0	++	+++	0	0
<i>Steneotarsonemus ananas</i> (acariens de l'ananas)	0	0	+++	+++	+++	0	0
<i>Dolichotetranychus floridanus</i> (acariens de l'ananas)	0	0	+++	+++	+++	0	0

ESPÈCES DE RAVAGEURS OU MALADIES	PLANTATION	ÉMISSION DU SYSTÈME RACINAIRE (1- 6 MAP)	CROISSANCE VÉGÉTATIVE	FLORAISON	FRUTIFICATION	RÉCOLTE	PRODUCTION DES REJETS
MALADIES							
<i>Phytophthora cinnamomi</i> (champignons de la pourriture des racines «Root rot» et Pourriture des fruits verts «Green fruit rot»)	0	0	+++	0	+++	0	0
<i>Pythium arrhenomanes</i> (champignons de la pourriture des racines «Root rot» et Pourriture des fruits verts «Green fruit rot»)	0	0	+++	0	+++	0	0
<i>Phytophthora nicotianae</i> (champignon de la pourriture du cœur «Heart rot» ou «Top rot»)	0	0	+++	0	0	0	0
<i>Thielaviopsis paradoxa</i> (champignon de la pourriture de la base des rejets «Butt rot» ou «Base rot», de la pourriture noire du fruit «Black rot» ou «Water blister» et des taches blanches sur feuilles «White leaf spot»)	0	0	++	0	+++	+++	+++
<i>Ceratocystis paradoxa</i> (champignon de la pourriture de la base des rejets «Butt rot» ou «Base rot», de la pourriture noire du fruit «Black rot» ou «Water blister» et des taches blanches sur feuilles «White leaf spot»)	0	0	++	0	+++	+++	+++
<i>Fusarium guttiforme</i> (fusariose)	0	0	+++	0	+++	+++	+++
<i>Penicillium funiculosum</i> (champignon de la pourriture du cœur des fruits «Fruitlet core rot», «Eye rot» ou «Black spot»)	0	0	0	0	+++	+++	0

ESPÈCES DE RAVAGEURS OU MALADIES	PLANTATION	ÉMISSION DU SYSTÈME RACINAIRE (1- 6 MAP)	CROISSANCE VÉGÉTATIVE	FLORAISON	FRUTIFICATION	RÉCOLTE	PRODUCTION DES REJETS
<i>Saccharomyce</i> spp. (champignon de la pourriture du fruit due au champignon de levure «Fruit rot by yeast»)	0	0	0	0	0	+++	0
<i>Tatumella morbirosei</i> (maladie rose «Pink disease»)	0	0	0	0	0	+++	0
<i>Tatumella ptyseos</i> (maladie rose «Pink disease»)	0	0	0	0	0	+++	0
<i>Dickeya zeeae</i> (pourriture bactérienne du cœur «Bacterial fruit heart rot» et Effondrement du fruit «Fruit collapse»)	0	0	++	0	0	+++	0
<i>Erwinia chrysanthemi</i> (pourriture bactérienne du cœur «Bacterial fruit heart rot» et Effondrement du fruit «Fruit collapse»)	0	0	++	0	0	+++	0
<i>Erwinia ananas</i> (marbrage de l'ananas «marbling disease»)	0	0	0	0	0	+++	0
<i>Pontea ananatis</i> (marbrage de l'ananas «marbling disease»)	0	0	0	0	0	+++	0
<i>Thrips tabaci</i> (maladie des taches jaunes «Yellow spot»)	0	0	0	0	0	+++	0
<i>Frankliniella schultzei</i> (maladie des taches jaunes «Yellow spot»)	0	0	+++	0	0	+++	0
<i>Frankliniella occidentalis</i> (maladie des taches jaunes «Yellow spot»)	0	0	+++	0	0	+++	0
<i>Ampelovirus</i> spp. (maladie du Wilt)	0	+++	+++	0	0	0	0





13

RÉCOLTE
DE L'ANANAS

13.1. SOINS AUX FRUITS AVANT LA RÉCOLTE

Avant la récolte plusieurs opérations sont réalisées. Il s'agit de la protection contre les « coups de soleil » ; la lutte contre les insectes déprédateurs des fruits et le traitement de déverdissement à l'éthéphon.

13.1.1. PROTECTION DES FRUITS CONTRE LE COUP DE SOLEIL

Les « coups de soleil » sont provoqués par un échauffement localisé excessif dû aux rayons solaires. Le phénomène apparaît surtout aux périodes de fort ensoleillement. Les fruits ayant « versés » ou ceux portés par un pédoncule trop long ou par des plants au système foliaire déficient sont plus exposés aux « coups de soleil » (PIP/COLEAD, 2009 ; COLEAD, 2020). Ces phénomènes entraînent des défauts sur les fruits d'ananas tels que :

- une décoloration de la peau du fruit (jaune paille) (Figure 103a) ;
- des marques de brûlures sur leur peau (Figure 103b) ;
- une translucidité accrue de la pulpe.



Figure 103 — Décoloration de peau du fruit (a) et marque de brûlure (b)
<http://ephytia.inra.fr/fr/C/26556/Tropifruit-Coup-de-soleil>

Pour éviter ces phénomènes, il convient de protéger les fruits durant les 4 à 6 semaines qui précèdent la récolte, lorsque l'ensoleillement est important. À cet effet, plusieurs techniques peuvent être utilisées (PIP/COLEAD, 2009 ; CIRAD, 2018 ; COLEAD, 2020) :

- lier les feuilles en faisceau au-dessus du fruit (Figure 104 et 105) ;
- pailler légèrement le dessus des fruits sans excès car un ombrage excessif augmente l'acidité des fruits ;
- poser des toiles d'ombrage ;
- poser un filet de protection ;
- disposer des ficelles le long de chaque ligne afin de faire revenir les feuilles vers l'intérieur de la rangée.



Figure 104 — Protection des fruits contre les coups de soleil :

Feuilles liées pour protéger le fruit (a et b), dépôt des pailles sur le fruit (c et d)

https://www.shutterstock.com/fr/search/sun-protecting-pineapple?image_type=photo&page=4

https://www.shutterstock.com/fr/search/sun-protecting-pineapple?image_type=photo&page=2



Figure 105 — Protection des fruits contre les coups de soleil à l'aide des toiles d'ombrages (e et f), des capuchons (g) et des filets (h)
 Source : Paull *et al.*, 2016) et (CIRAD, 2018

https://www.shutterstock.com/fr/search/sun-protecting-pineapple?image_type=photo

13.1.2. LUTTE CONTRE LES INSECTES DÉPRÉDATEURS DES FRUITS

Certains déprédateurs tels que le coléoptère *Augosoma centaurus* (Figure 106) ; le criquet bariolé puant (*Zonocerus variegatus*) principal criquet ravageur de l'ananas et les grillons créent des dommages sur les fruits d'ananas.

- *Augosoma centaurus* creuse des cavités dans les fruits et les inflorescences et ronge la base des feuilles qui devient spongieuse ;
- *Zonocerus variegatus* ronge l'extrémité des feuilles de la couronne rendant ainsi les fruits impropres à l'exportation

À cet effet, il est impératif de nettoyer les parcelles, alentours et poser des pièges pour lutter contre ces insectes ravageurs (PIP, 2009 ; Adabe *et al.*, 2016).



Figure 106 — Attaque du fruit d'ananas par des insectes
Source : <https://fr.haenselblatt.com/dealing-with-pineapple-problems>

13.2. TRAITEMENT DE DÉVERDISSAGE À L'ÉTHÉPHON

C'est un traitement qui consiste à appliquer de l'éthrel afin de regrouper la récolte des fruits et d'homogénéiser la coloration sans nuire à la qualité du fruit (Figure 107). Il vise à faire disparaître la chlorophylle de la peau du fruit. La coloration verte s'estompe et cède sa place aux pigments jaunes/oranges dans la peau de fruit. L'éthéphon n'agit pas sur tous les phénomènes de la maturation, mais essentiellement sur la coloration de l'épiderme (CIRAD, 2020 ; COLEAD, 2020b). Ce traitement n'est pas obligatoire mais se fait uniquement selon les exigences du marché, en liant avec les attentes des consommateurs.

Pour une efficacité optimale, et pour respecter la réglementation européenne sur les Limites maximale de résidus (LMR), le traitement doit intégrer les facteurs ci-après :

- le stade de développement/maturité du fruit (généralement estimé en degrés Brix. Le Brix idéal est >12, généralement vers 130 - 135 jours après le TIF en saison sèche ou 135-145 jours en saison pluvieuse) ;
- le calibre du fruit (le volume de traitement sera diminué pour de petits fruits) ;
- les conditions climatiques ;
- la méthode d'application ;
- l'intervalle entre l'application et la récolte.

Les traitements de déverdisage sont réalisés 7 à 10 jours au plus tard avant la récolte. En application localisée, une dose de 1,5 kg/ha de matière active, dans un volume de 800 litres d'eau, à raison de 15 ml par fruit (55 000 fruits traités) est appliquée 10 jours avant la récolte.

N.B.

- Une pluie même faible survenant dans les premières heures c'est-à-dire-durant les 8 heures après le traitement peut entraîner un lessivage du produit appliqué et diminuer grandement ou annuler son efficacité. Un second passage est alors nécessaire mais le risque de dépasser la limite maximale de résidus d'éthéphon est alors accru si le DAR de 10 jours n'est pas respecté.
- Une pluie survenant 24h après n'a pas d'impact sur son efficacité et réduit considérablement les résidus, essentiellement présents sur la peau ;
- La limite de résidus d'éthéphon peut être atteinte ou dépassée en situation de fortes sécheresses ou sur des petits fruits ;
- Un lavage/brossage du fruit avant la mise en carton diminue de près de 60% les résidus ;
- Une application trop hâtive par rapport au stade de maturité physiologique du fruit est également contre-productive, car elle déconnecte la relation coloration/maturité, critère important dans l'acte d'achat du consommateur.



Figure 107 — Traitement à l'éthéphon
Source : Daouda *et al.*, 2015

13.3. PÉRIODE DE RÉCOLTE

Les fruits sont récoltés dès le stade de maturité dit «tournant», qui correspond à un jaunissement du quart inférieur du fruit. Cette maturité est atteinte environ 160 jours après TIF, et entre 145 et 174 jours pour les cas extrêmes (Adabe *et al.*, 2016) (Figure 108).

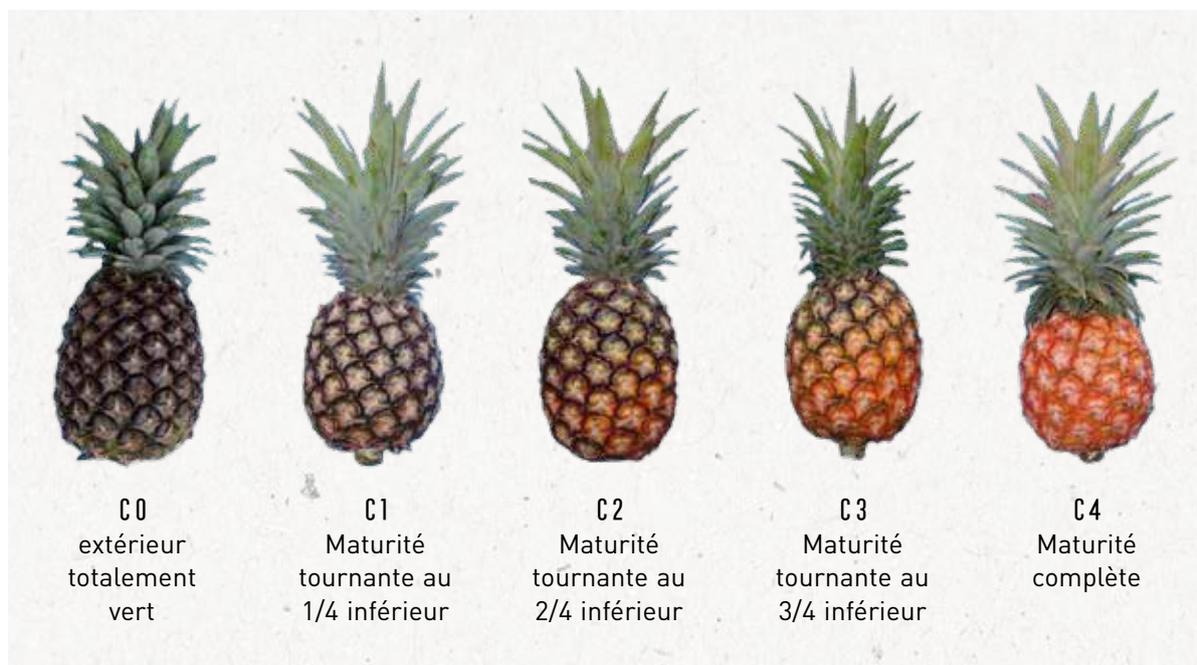


Figure 108 — Les stades de maturité de l'ananas

Source: Brochure explicative CEE-ONU de la norme relative aux ananas; (Adabe *et al.*, 2016b)

13.4. RÉCOLTE PROPREMENT DITE

La récolte est le plus souvent manuelle. Il faut passer entre les lignes et sectionner le pédoncule fructifère à l'aide d'un outil tranchant (Figure 109a et b). Elle peut être faite soit une seule fois (sur des parcelles de coloration externe homogène) ou soit en deux coupes espacées d'un à deux jours de préférence. Il est conseillé de prendre les dispositions suivantes :

- sectionner le pédoncule au sécateur ou à la machette à 10-15 cm de la base du fruit;
- couper au besoin la couronne pour faciliter le conditionnement et récupérer le matériel végétal (cette pratique doit être approuvée à l'avance par le client);
- disposer les fruits en quinconce et en position couchée dans un cageot propre en évitant de les entasser.

Au bout des rangées, les fruits sont disposés dans des cageots et sont transportés rapidement du champ vers la station de conditionnement avec des véhicules ou tricycles. Les opérations de récolte des fruits, d'acheminement vers les stations de conditionnement se font avec le plus grand soin et dans les délais les plus courts. Un traitement antifongique est souvent appliqué sur la coupe du pédoncule pour prévenir d'éventuels développements de moisissures (CNUCED, 2016).

Le procédé de récolte peut être aussi mécanisé. Un véhicule adapté passe dans les parcelles, les cueilleurs suivent une rangée définie, prélèvent les fruits et les déposent sur le convoyeur tracté qui achemine les fruits en bordure de parcelle (Figure 109c et d). Ils sont ensuite dirigés vers les stations de conditionnement ou les usines de transformation (Figure 109e et f)(CNUCED, 2016).



Figure 109 — Techniques de récolte de l'ananas :
récolte manuelle (a et b); récolte à la chaîne (c et d), récolte mécanisée (e et f)
<https://www.shutterstock.com/fr/image-photo/farmer-harvesting-pineapple-farm-fruits-field-1668685699>
https://www.chfusa.com/pineapples_process.htm

13.5. QUALITÉ COMMERCIALE

13.5.1. CARACTÉRISTIQUES MINIMALES DE QUALITÉS

Les caractéristiques minimales de qualité que doivent présenter les ananas après préparation et conditionnement sont définies par la norme CODEX Alimentarius pour ananas et la norme CEE-ONU FFV- 49, 2017.

LES ANANAS DOIVENT ÊTRE

– ENTIERS, AVEC OU SANS LA COURONNE

Ils ne doivent présenter aucuns dommages ni blessures ou des craquelures pouvant porter atteinte au produit (Figure 110a et b). La couronne si elle est présente peut-être réduite ou taillée (Figure 110c et d).

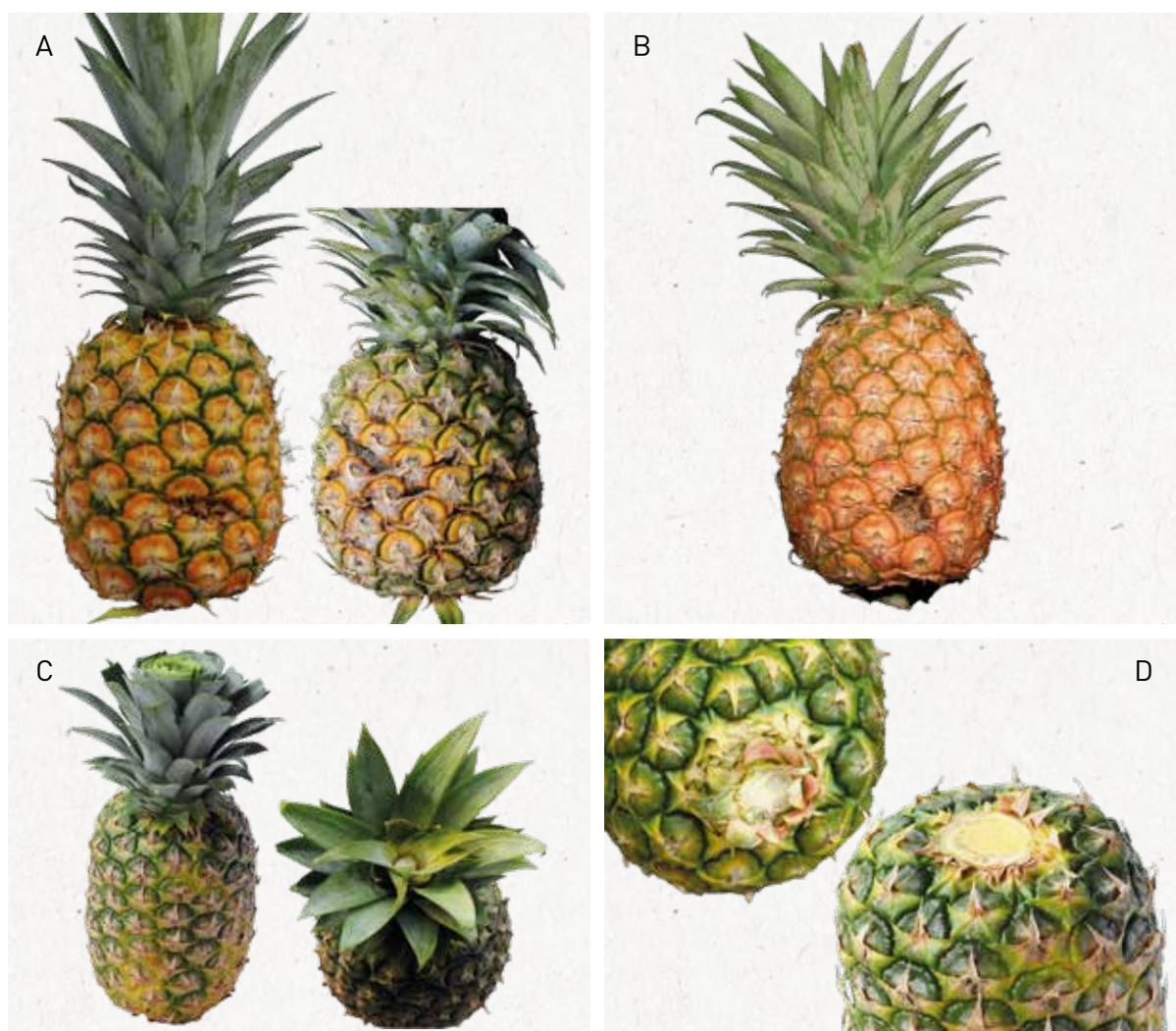


Figure 110 — Ananas présentant des craquelures qui altèrent la chair (a), ananas avec un dommage laissant apparaître l'intérieur (b), Couronne «taillée»: la partie surabondante est soigneusement coupée (à gauche) ou enlevée par torsion (à droite), Couronne «enlevée»: soigneusement par torsion (à gauche) ou coupée (à droite)
Source : Guide de bonnes pratiques pour la filière ananas au Bénin

— EXCLUS LES PRODUITS ATTEINTS DE POURRITURE OU D'ALTÉRATIONS
QUI LES RENDRAIENT IMPROPRES À LA CONSOMMATION

Les ananas présentant des moisissures, des meurtrissures profondes, des brûlures de soleil, gorgés d'eau, lésions dues au froid sont exclus (Figure 111).

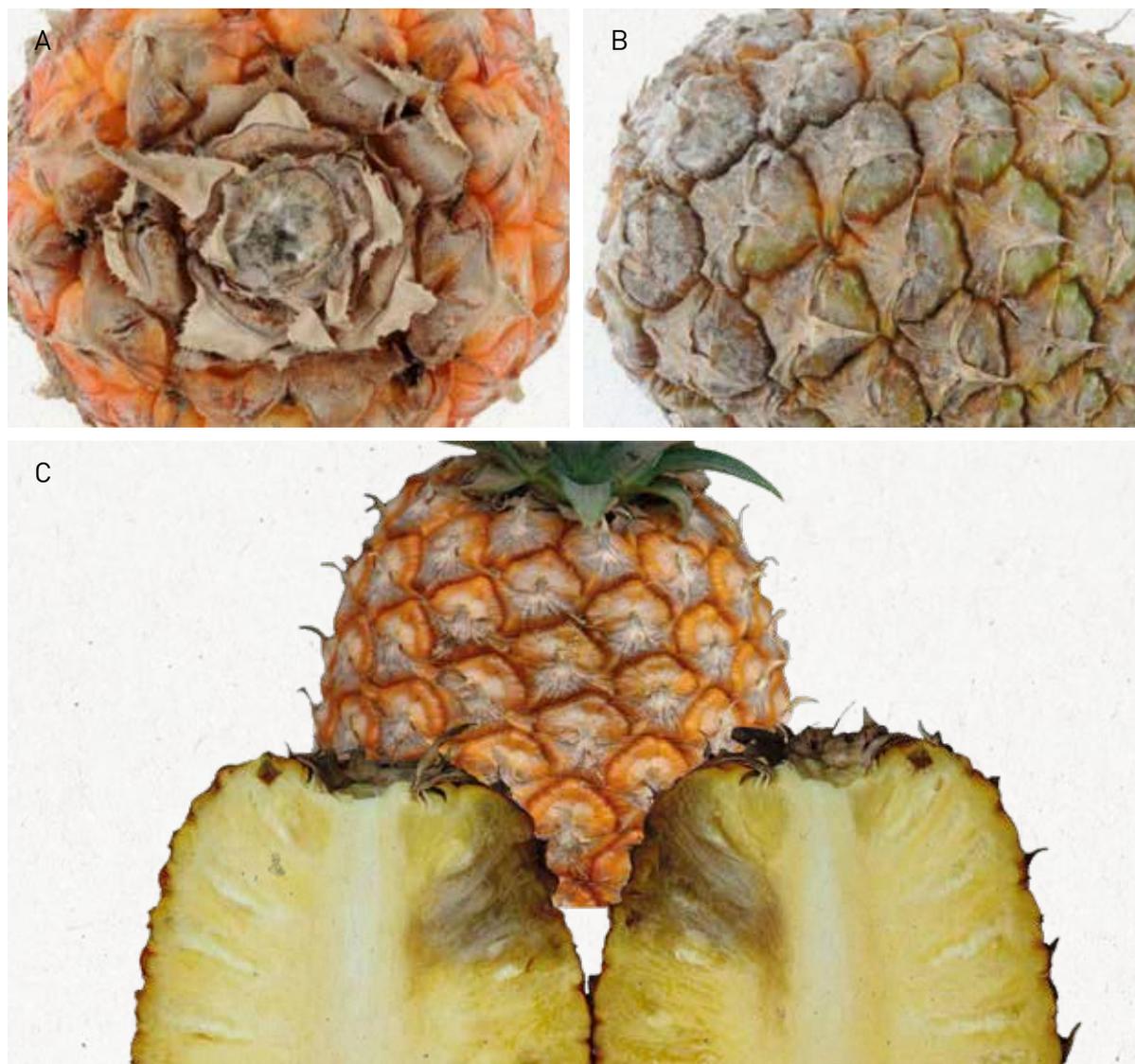


Figure 111 — Moisissures sur pédoncule (a); Moisissures sur épiderme (b); Ananas avec une meurtrissure
Source : (CIRAD, 2020) Source: Guide de bonnes pratiques pour la filière ananas au Bénin

— PROPRES, PRATIQUEMENT EXEMPTS DE MATIÈRES ÉTRANGÈRES
VISIBLES NOTAMMENT

La terre, les poussières, les résidus de produits chimiques (Figure 112).

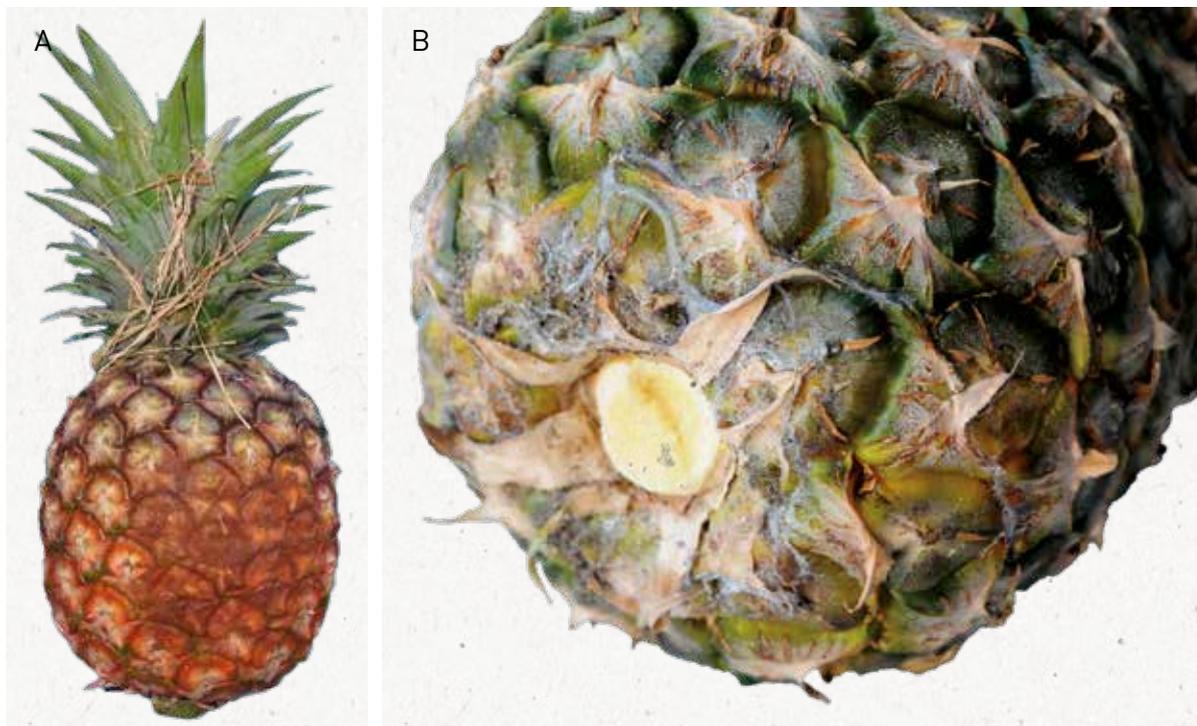


Figure 112 — Présence excessive de terre sur ananas (a) ; résidus de ravageur (b)
Source : Guide de bonnes pratiques pour la filière ananas au Bénin

— PRATIQUEMENT EXEMPTS DE PARASITES (COMME LES COCHENILLES)
AFFECTANT L'ASPECT GÉNÉRAL DU PRODUIT

Les parasites peuvent nuire à la présentation commerciale et l'acceptation des ananas. La limite acceptable serait l'insecte, acarien ou autre ravageur trouvé occasionnellement dans l'emballage ou l'échantillon ; toute présence de colonies conduit au rejet du produit (Figure 113).



Figure 113 — Présence de colonie de cochenilles
Source : Guide de bonnes pratiques pour la filière ananas au Bénin

— EXEMPTS D'ATTAQUES DE PARASITES QUI ALTÈRENT LA CHAIR

Les parasites qui altèrent la chair rendent le produit impropre à la consommation et exclu le produit. Les attaques de parasites qui altèrent le seul épiderme sont prises en compte dans les tolérances admises pour les défauts de l'épiderme dans chaque catégorie (Figure 114).



Figure 114 — Dommages causés par les insectes
Source : CIRAD, 2018c, 2020

— D'ASPECT FRAIS, Y COMPRIS LA COURONNE

Lorsque la couronne est présente, elle doit être fraîche et non décolorée, exempte de feuilles sèches ou mortes. Un léger manque de fraîcheur est admis aux stades suivant l'exportation ou l'expédition. Les ananas doivent être fermes et turgescents, exempte de signes de flétrissement ou de déshydratation (Figure 115).

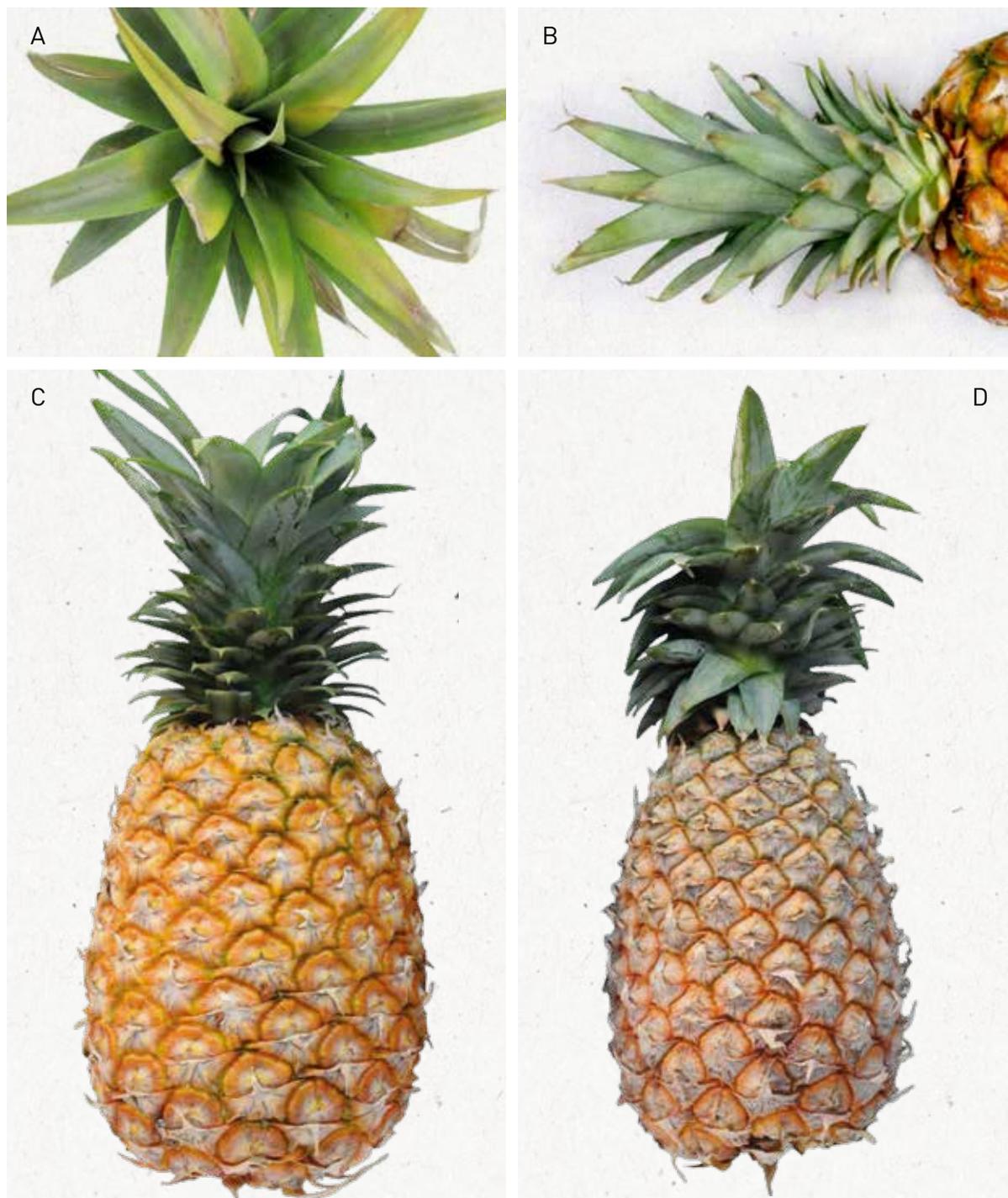


Figure 115 — Jaunissement de la couronne (a);
Dessèchement de la couronne (b); Fruit normal (c); Fruit déshydraté (d)
Source : CIRAD, 2020

– EXEMPTS D'HUMIDITÉ EXTÉRIEURE ANORMALE, EXCEPTION FAITE DE LA CONDENSATION QUI APPARAÎT LORS DU RETRAIT DE LA CHAMBRE FROIDE

– EXEMPTS DE TOUTE ODEUR ET/OU SAVEUR ÉTRANGÈRES

S'applique aux ananas entreposés ou transportés dans de mauvaises conditions et qui, de ce fait, ont absorbé des odeurs et/ou saveurs anormales, en particulier en raison de la proximité d'autres produits qui dégagent des odeurs volatiles.

– EXEMPTS DE DOMMAGES CAUSÉS PAR DE BASSES ET/OU HAUTES TEMPÉRATURES (FIGURE 116).

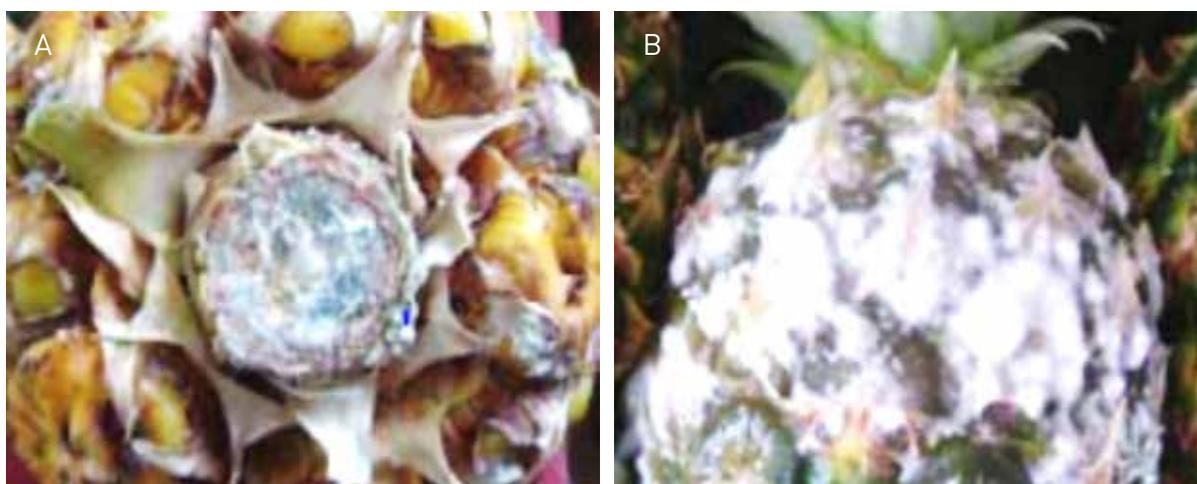


Figure 116 — Moisissure après transport sur pédoncule (*Penicillium*) (a);
Moisissure après transport sur ananas (*Penicillium*) (b)

Source : CIRAD, 2018c



Figure 117 — Brunissement interne sur ananas
Source : CIRAD, 2020

Lorsqu'il y a pédoncule, sa longueur ne doit pas dépasser 2,5 cm à partir de la base qui l'entoure, et sa coupe doit être transversale, droite et nette. Toutefois, une tige plus longue est acceptée durant le transport (Figure 118).

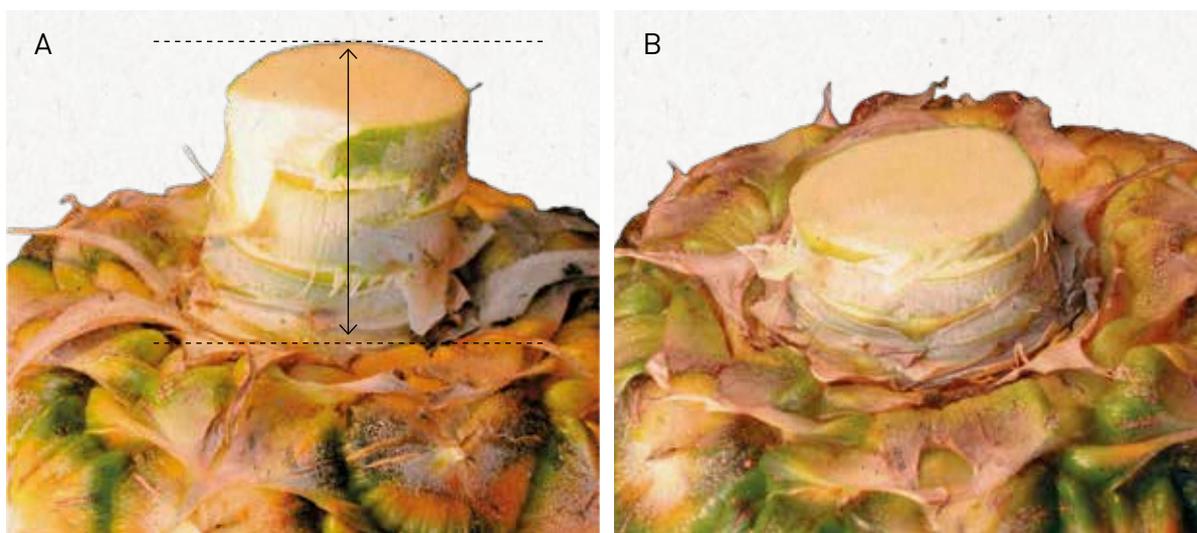


Figure 118 — Ananas avec pédoncule dépassant 2,5 cm (a)
et ananas respectant la mesure requise 2,5 cm de longueur de la base du fruit (b)
Source : Guide de bonnes pratiques pour la filière ananas au Bénin

PAR AILLEURS, LES FRUITS D'ANANAS DOIVENT

- être suffisamment développés et physiologiquement mûrs c'est-à-dire exempts de signes d'immatunité (chair opaque, sans saveur, excessivement poreuse) ou de maturité excessive (chair excessivement translucide ou fermentée);
- avoir un taux de sucre compris entre 12 et 14° Brix et peuvent être conservé jusqu'à 14 jours à la température ambiante dans une salle aérée (16°C).

LE DÉVELOPPEMENT ET L'ÉTAT DES FRUITS D'ANANAS DOIVENT ÊTRE TELS QU'ILS LEUR PERMETTENT

- de supporter un transport et une manutention;
- d'arriver dans des conditions satisfaisantes au lieu de destination finale.

13.5.2. CRITERES DE MATURETE DES PRODUITS

Le développement des fruits d'ananas et leur maturité doivent être suffisants, selon les spécificités de la variété et de la région de production. Ainsi, ils doivent respecter les critères suivants :

- Teneur totale en solides solubles dans la pulpe du fruit, doit être d'au moins 12°Brix (douze degrés Brix).
- Acidité: pH, au plus 3,6
- Odeur: parfum d'ananas, ce parfum devient très intense à partir du 150^{ème} jour après le TIF.
- Exclusion des fruits blets dont la comestibilité est affectée
- Partie externe du fruit peut être verte, à condition que les caractéristiques minimales de maturité soient respectées.

Pour la détermination du degré Brix on prélèvera un échantillon représentatif du jus de tout le fruit.

13.5.3. CLASSIFICATION DES PRODUITS

CLASSIFICATION BASÉE SUR LA COLORATION DE L'ÉPIDERME

Les fruits doivent atteindre une maturité afin que la qualité gustative soit satisfaisante avec une aptitude optimale à la conservation. Il existe une très bonne corrélation entre la coloration externe naturelle du fruit et sa maturité effective (Figure 119). Ainsi, nous avons la classification suivante :

- C0 : fruit entièrement vert ;
- C1 : coloration jaune-orangé atteignant un tiers de la surface du fruit ;
- C2 : coloration jaune-orangé jusqu'à la moitié de la surface du fruit ;
- C3 : coloration jaune-orangé jusqu'à deux tiers de la surface du fruit ;
- C4 : fruit totalement jaune-orangé.

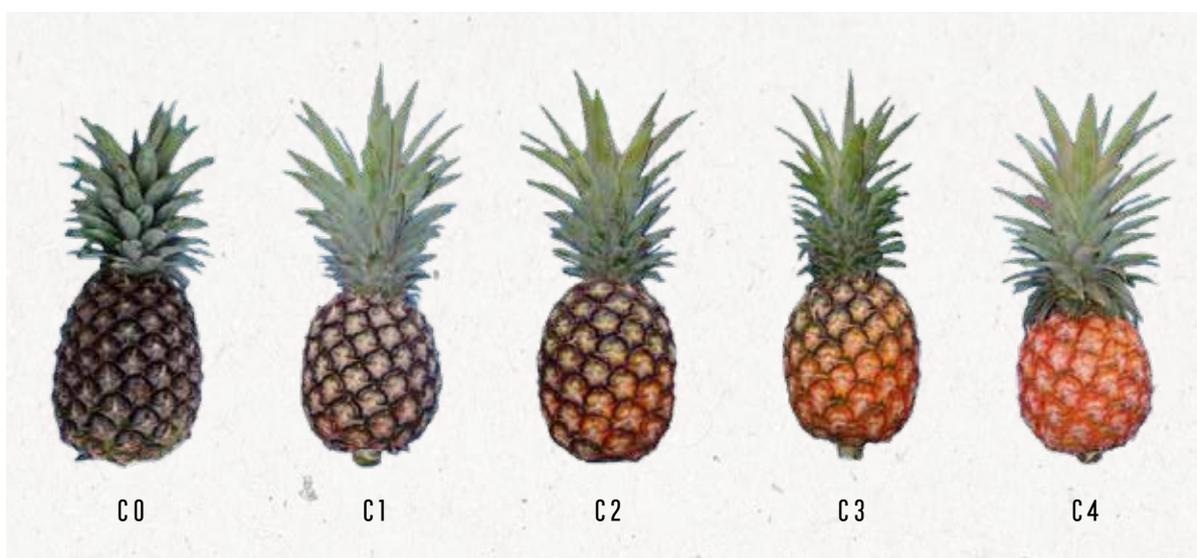


Figure 119 — Exemple de classification C0 à C4 selon la couleur (indice de coloration de l'épiderme)
Source : Guide de bonnes pratiques pour la filière ananas au Bénin

IL EXISTE TROIS NIVEAUX DE MATURITÉ

- M1 : 130 jours après TIF, fruits légèrement consommable, 10 à 12° Brix
- M2 : 145 jours après TIF, fruits de consommation normale, 12 à 14° Brix
- M3 : 150 jours après TIF, fruits proches de la sur-maturité, 15 à 16° Brix. Cette dernière catégorie est non indiquée pour l'exportation.

CLASSIFICATION DES ANANAS SUIVANT LE TYPE DE CATÉGORIE

Les ananas sont classés en trois catégories, comme suit :

CATÉGORIE « EXTRA »

Dans cette catégorie, les ananas doivent être de qualité supérieure et présenter les caractéristiques de la variété et/ou du type commercial.

- Les ananas doivent être exempts de défauts, à l'exception de très légères altérations superficielles, à condition que celles-ci ne portent pas atteinte à l'aspect général du produit, à sa qualité, à sa conservation ou à sa présentation dans l'emballage.
- La couronne, si elle est présente, doit être unique, simple et droite, sans rejets, et elle doit mesurer entre 50 et 150 % de la longueur du fruit. Elle doit être fraîche et non décolorée avec une chair parfaitement saine (Figure 120).



Figure 120 — Exemple d'ananas de catégorie «extra»
Source : Guide de bonnes pratiques pour la filière ananas au Bénin

CATÉGORIE I

Les ananas doivent être de bonne qualité et présenter les caractéristiques de la variété et/ou du type commercial. Toutefois les légers défauts peuvent être observés, à condition que ceux-ci ne portent pas atteinte à l'aspect général du produit, à sa qualité, à sa conservation ou à sa présentation dans l'emballage :

- léger défaut de forme ;
- léger défaut de coloration ;
- légers défauts épidermiques (éraflures, cicatrices, égratignures, meurtrissures) n'excédant pas 4 % de la surface totale du fruit.

Cependant, la couronne, si elle est présente, doit être simple et droite ou légèrement inclinée, sans rejets et elle doit mesurer entre 50 et 150 % de la longueur du fruit. Elle peut présenter les défauts tels que de légers dommages et décoloration ainsi qu'une légère incurvée avec une inclinaison maximale ne dépassant pas 30° par rapport à l'axe longitudinal du fruit (Figure 121).

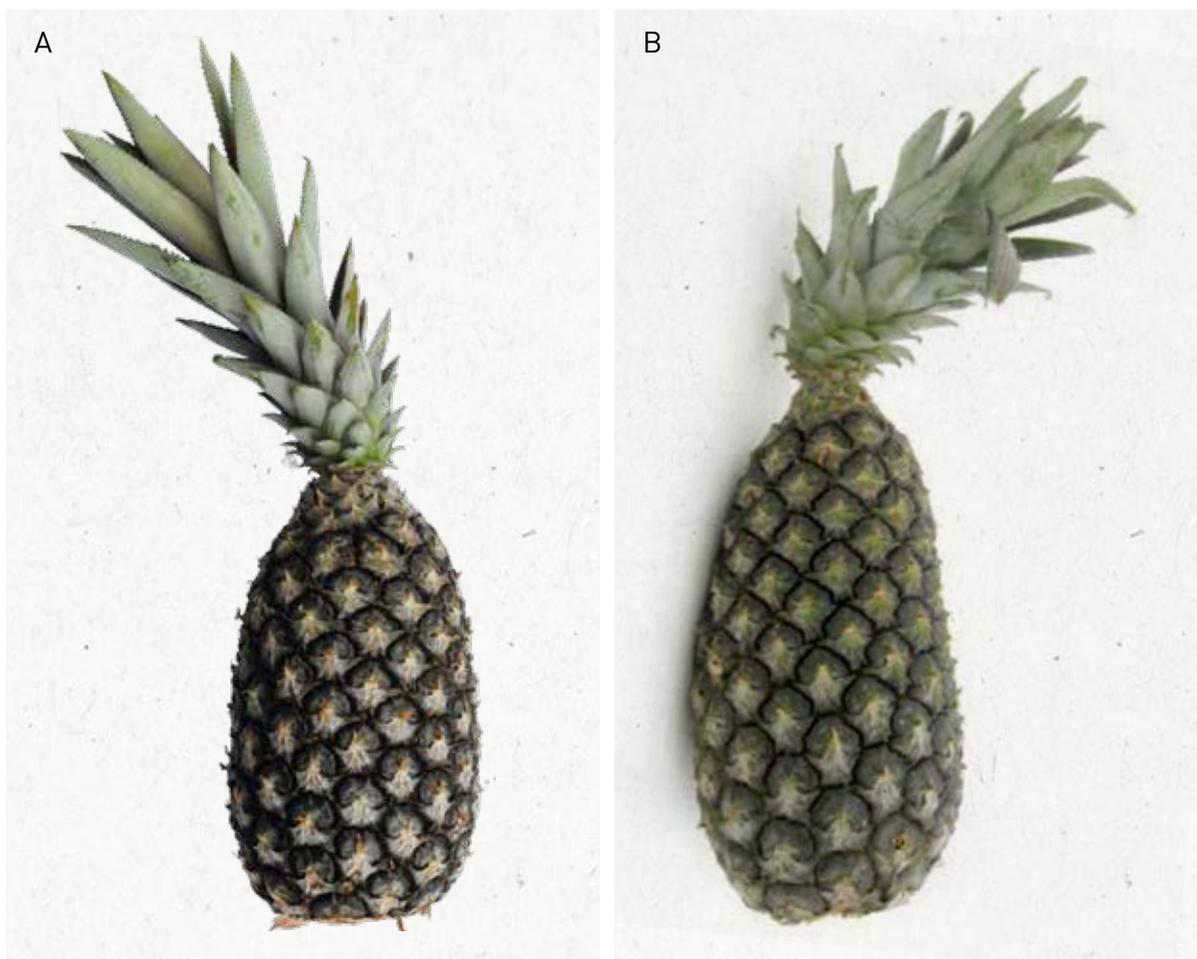


Figure 121 — Ananas avec défauts de la couronne
«inclinaison de 30° par rapport à l'axe longitudinal du fruit - Limite admise» (a) ;
Ananas avec couronne très inclinée dépassant la limite admise (b)
Source : Guide de bonnes pratiques pour la filière ananas au Bénin

CATÉGORIE II

Cette catégorie comprend les ananas qui correspondent aux caractéristiques minimales et sont pour la plupart réservés à la consommation sur les marchés local et régional. À condition de conserver leurs caractéristiques essentielles de qualité, de conservation et de présentation, ils peuvent présenter les défauts suivants :

- défauts de forme ; y compris une double couronne ;
- défauts de coloration, y compris les tâches dues au soleil ;
- défauts épidermiques (éraflures, cicatrices, égratignures, meurtrissures, lésions), n'excédant pas 10% de la surface totale du fruit.

La couronne, si elle est présente, doit être simple ou double, droite ou légèrement inclinée, sans rejets (Figure 122).



Figure 122 — Ananas avec une double couronne
Source : CIRAD, 2020

13.6. RENDEMENTS

Le rendement dépend de la variété utilisée, du dispositif de plantation, des densités de semis et du respect des itinéraires techniques. En effet, la densité des plants affecte le poids moyen des fruits et le rendement par unité de surface de l'ananas. Des densités de plantation élevées favorisent une plus grande productivité, des densités plus faibles permettent généralement la production d'un pourcentage plus élevé de gros fruits (Souza et Reinhardt, 2007). Le rendement/ha croît avec la densité mais le poids moyen des fruits diminue avec des densités croissantes (Py *et al.*, 1984).

Le respect des bonnes pratiques de production ont montré leur efficacité sur l'obtention de fruits de qualité, avec un rendement élevé soit un rendement brut pouvant dépasser 70 t/ha (CIRAD, 2018). L'ananas est une culture très exigeante et l'impasse faite sur une seule étape de l'itinéraire technique comporte des risques conséquents en termes de qualité et de rendement (CIRAD, 2018).

13.7. LES POINTS ESSENTIELS À RETENIR

- Opérations avant récolte
 - Protection contre les coups de soleil : utilisation des techniques (feuilles lier en faisceau au-dessus du fruit ; fruit légèrement pailler ; pose des toiles d'ombrages, capuchons et filets de protection ; etc...) 4 à 6 semaines qui précèdent l'opération de récolte, lorsque l'ensoleillement est important.
 - Lutte contre insectes déprédateurs : nettoyer les parcelles, alentours et poser des pièges.
 - Traitement de déverdisage à l'éthéphon : réalisé 7 à 10 jours au plus tard avant la récolte tout en respectant les conditions (stade de développement/maturité du fruit ; calibre du fruit ; conditions climatiques ; méthode d'application et intervalle entre l'application et la récolte).
- Récolte
 - Réalisée dès le jaunissement du quart inférieur du fruit (environ 160 jours après TIF, et entre 145 et 174 jours pour les cas extrêmes).
 - Nécessite des soins et de la précision, avec l'utilisation d'un équipement adapté aux conditions météorologiques et aux procédures de manipulation.
- Rendement potentiel : dépend de la variété utilisée, des densités de semis et du respect des itinéraires techniques et bonnes pratiques de production.
- Exigences précises en termes de normes et réglementations :
 - Caractéristiques minimales de qualité
 - Critère de maturité des produits
 - Classification des produits (basée sur la coloration de l'épiderme ; le type de catégorie)
- Une gestion incorrecte ou inappropriée des ananas et des traitements avant la récolte, ainsi que la manière dont les ananas sont récoltés et manipulés, influencent grandement la qualité des fruits. Les dommages subis lors de la récolte affectent la qualité et la durée de conservation des fruits récoltés, ce qui entraîne des pertes massives dues au rejet par les négociants et les consommateurs. La réputation du pays exportateur s'en trouve également affectée, sans oublier les pertes subies par les producteurs.



A hand holding a black knife is visible on the left side of the image. In the background, there is a red bin and a purple cloth on the ground. The main part of the image is a solid yellow-green color with the number 141 in large white font.

141

POST-
RÉCOLTE DE
L'ANANAS

14.1. CONDITIONNEMENT

Les opérations de conditionnement sont effectuées le jour même de la coupe, dans un local propre et aéré, à l'abri des intempéries. Les fruits doivent respecter les caractéristiques de la qualité des fruits. Le conditionnement comporte les opérations telles que :

14.1.1. PARAGE

Il consiste à enlever les bractées de la base du fruit, et à éliminer parasites et poussière par un léger brossage (on peut également utiliser l'air comprimé).

14.1.2. TRI

Il s'agit d'éliminer les fruits présentant des défauts ou anomalies : chocs, blessures, coups de soleil, couronnes multiples ou abîmées (ou tordues, trop longues, trop courtes, fanées, jaunes, abîmées par des ravageur fanées, jaunes, abîmées par des ravageur), pédoncules arrachés ; fruits en sur-maturité, et ceux présentant des taches noires visibles (décoloration verte de l'œil). Le fruit doit être physiologiquement mûr, c'est-à-dire exempt de signes d'immaturité (chair opaque, sans saveur, excessivement poreuse) ou de maturité excessive (chair excessivement translucide ou fermentée).

14.1.3. BROSSAGE, LAVAGE ET ESSORAGE/ÉGOUTTAGE

Les fruits triés sont ensuite légèrement brossés pour éliminer la poussière et éventuellement les parasites (cochenilles et autres). Le lavage des fruits s'effectue par lot afin d'éviter les risques de mélange et de prévenir les cas de contamination croisées. Le lavage est manuel et se fait avec de l'eau de forage ou de pompe et consiste à plonger les fruits dans l'eau propre pour réduire au maximum les résidus d'éthéphon qui pourraient rester sur la peau du fruit. Ensuite, les fruits sont essorés/égouttés en les laissant sécher pendant 15 à 30 minutes avant d'être calibrés (Figure 123).



Figure 123 — Opérations de conditionnement des fruits d'ananas
http://taxis.brousse.free.fr/ananas_culture.htm
https://www.chfusa.com/pineapples_process.htm

14.2. TRANSPORT ET MARCHÉ

14.2.1. TRANSPORT MARITIME

Le transport maritime est le moyen le plus économique pour traiter de grandes quantités de produits frais pour le commerce international. Ils passent de la récolte aux stations de conditionnement, où ils sont généralement lavés et conditionnés par calibres. Les fruits sont placés dans des caisses de 10 à 20 kg et, enfin, mis en palettes. Les palettes, correctement maintenues dans des chambres de réfrigération, sont chargées dans des navires polythermes ou conteneurs réfrigérés et maintenu à 7,5 - 8°C avant l'exportation. Chaque conteneur a une capacité de 1 500 cartons de 20 kg et/ou 3 000 cartons de 10 kg environ. Ils disposent également d'un thermographe pour le contrôle et l'enregistrement de la température pendant le voyage ainsi qu'avec les filtres respectifs pour le contrôle de l'éthylène (CNUCED, 2016).

14.2.2. TRANSPORT AÉRIEN

Les marchandises sont regroupées puis dirigées vers l'aéroport, chargées sur des palettes avion et expédiées vers les marchés destinataires (Figure 124). La température de stockage appropriée est de 7,5°C et 85 à 95 % d'humidité relative (CNUCED, 2016).



Figure 124 — Vérification du poids une nouvelle fois, palettisation, pré-refroidissement des boîtes

https://www.chfusa.com/pineapples_process.htm

http://taxis.brousse.free.fr/ananas_culture.htm

14.2.3. MARCHÉ LOCAL ET SOUS-RÉGION

Le marché local est caractérisé par un circuit de commercialisation court, liant directement les producteurs locaux aux consommateurs locaux ou aux entreprises de transformations. Il peut s'effectuer par l'intermédiaire des collecteurs locaux, des grossistes locaux et des détaillants locaux qui se situent entre les producteurs et les consommateurs. Les ananas destinés au marché local ou la sous-région n'ont pas d'exigences spécifiques autres que le calibre des fruits. Pour le marché local et régional, on identifie trois calibres : Gros, moyen et coup de poing. Le marché local accepte tous les calibres. Cependant, sur le marché régional, ce sont les calibres moyen et gros qui sont demandés.

Les fruits destinés aux marchés locaux et régionaux sont mis dans des cageots ou carton et transportés dans des camions appropriés.

14.2.4. MARCHÉ INTERNATIONAL

Les ananas doivent respecter les exigences précises en termes de normes et réglementations présentés (voir section 12). Les clients élaborent un cahier de charges précisant, la qualité de fruit, le calibre, la variété, le taux de sucre, les certificats avec une traçabilité établie.



Figure 125 — Mesure de la température de la pulpe et enregistrement sur le carton
https://www.chfusa.com/pineapples_process.htm

14.3. LES POINTS ESSENTIELS À RETENIR

- Conditionnement
 - Parage : les bractées de la base du fruit, parasites et poussière sont éliminés
 - Tri : fruits présentant des défauts ou anomalies sont enlevés
 - Brossage, lavage et essorage/égouttage : les fruits sont essorés/égouttés en les laissant sécher pendant 15 à 30 minutes avant d'être calibrés.
- Exigences précises en termes de normes et réglementations
 - Calibrage
 - Tolérances
 - Présentation
 - Marquage
 - Stockage et transport
- Les activités de manutention post-récolte doivent viser à réduire davantage les dommages physiques subis par les fruits. Les traitements prescrits doivent empêcher la détérioration de la qualité des fruits afin de répondre aux exigences de qualité du marché.





15

RÉFÉRENCES BIBLIO- GRAPHIQUES

1. Adabe, K.E., Hind, S., Maïga, A., 2016.
Production et transformation de l'ananas, PRO-AGRO.
2. Agbangba, C.E., 2016.
Réponses agronomiques de l'ananas (*Ananas comosus*) à la fertilisation minérale au Bénin : croissance, rendement et qualité du fruit (Thèse de Doctorat en Biologie-Physiologie et Productions Végétales). Université Cheikh Anta Diop de DAKAR (UCAD), Sénégal.
3. Agegnehu, G., Amede, T., Erkossa, T., Yirga, C., Henry, C., Tyler, R., Nosworthy, M.G., Beyene, S., Sileshi, G.W., 2021.
Extent and management of acid soils for sustainable crop production system in the tropical agroecosystems : a review.
Acta Agric. Scand. Sect. B — Soil Plant Sci. 71, 852–869.
<https://doi.org/10.1080/09064710.2021.1954239>
4. Almeida, O.A.D., Souza, L.F.D.S., Reinhardt, D.H., Caldas, R.C., 2002.
Influência da irrigação no ciclo do abacaxizeiro cv. Pérola em área de tabuleiro costeiro da Bahia. *Rev. Bras. Frutic.* 24, 431–435.
<https://doi.org/10.1590/S0100-29452002000200030>
5. Arrobas, M., Ferreira, I.Q., Freitas, S., Verdial, J., Rodrigues, M.Â., 2014.
Guidelines for fertilizer use in vineyards based on nutrient content of grapevine parts. *Sci. Hortic.* 172, 191–198.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.04.016>
6. Bartholomew, D.P., Paull, R.E., Rohrbach, K.G. (Eds.), 2003.
pineapple : botany, production, and uses. CABI Pub, Oxon, UK ; New York.
7. Bartholomew, D.P., Paull, R.E., Rohrbach, K.G., 1994.
The pineapple : Botany, Production and Uses.
8. Belew, D., Nigussie, E., Mulualet, T., Forsido, S.F., 2022.
Effect of curing period and time of planting on growth and yield responses of pineapple (*Ananas comosus*) at Gojeb, Southwest Ethiopia. *J. Éthiopien Sci. Appliquées Technol.*
9. Bodjona, B., Odah, K., Pitekellabou, R., Bokobana, A., 2020.
Macro-propagation of Dessert Bananas (Dankodu and Tsikodu) Plantain (Savé)(*Musa*) spp. by PIF Technique in Togo, West Africa.
10. Cano Reinoso, D.M., Soesanto, L., Kharisun, K., Wibowo, C., 2021.
Review : Fruit collapse and heart rot disease in pineapple : Pathogen characterization, ultrastructure infections of plant and cell mechanism resistance. *Biodiversitas J. Biol. Divers.* 22.
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d220504>
11. Carlier, J.D., Sousa, N.H., Santo, T.E., d'Eeckenbrugge, G.C., Leitão, J.M., 2012.
A genetic map of pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) including SCAR, CAPS, SSR and EST-SSR markers. *Mol. Breed.* 29, 245–260.

12. Carr, M.K.V., 2012.
THE WATER RELATIONS AND IRRIGATION REQUIREMENTS OF PINEAPPLE (*Ananas comosus* var. *comosus*): A REVIEW. *Exp. Agric.* 48, 488–501.
<https://doi.org/10.1017/S0014479712000385>
13. Cha, J.-S., Pujol, C., Ducusin, A.R., Macion, E.A., Hubbard, C.H., Kado, C.I., 1997. Studies on *Pantoea citrea*, the Causal Agent of Pink Disease of Pineapple. *J. Phytopathol.* 145, 313–319.
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.1997.tb00407.x>
14. Chand, G., Akhtar, M.N., Kumar, S. (Eds.), 2021. Diseases of fruits and vegetable crops: recent management approaches, Innovations in horticultural science. Apple Academic Press, Burlington, ON, Canada ; Palm Bay, Florida, USA.
15. CIRAD, 2020.
La qualité de l'ananas en commercialisation.
16. CIRAD, 2018.
Petit guide pour la production d'ananas en Guyane.
17. CIRAD (Ed.), 2002.
Mémento de l'agronome, 2002nd ed. CIRAD, GRET, Paris.
18. CNUCED, 2016. Ananas.
19. COLEAD, 2020.
Production guide: Crop Production Protocol Sugarloaf Pineapple *Ananas comosus*.
20. Creamer, N.G., Bennett, M.A., Stinner, B.R., Cardina, J., Regnier, E.E., 1996. Mechanisms of weed suppression in cover crop-based production systems. *HortScience* 31, 410–413.
21. Cunha, G.A.P.D., 2005.
Applied aspects of pineapple flowering. *Bragantia* 64, 499–516.
<https://doi.org/10.1590/S0006-87052005000400001>
22. Cunha, J.M., Freitas, M.S.M., Carvalho, A.J.C.D., Caetano, L.C.S., Pinto, L.P., Peçanha, D.A., Vieira, M.E., Lima, T.C., Dos Santos, P.C., 2021. Foliar content and visual symptoms of nutritional deficiency in pineapple 'Vitória.' *J. Plant Nutr.* 44, 660–672.
<https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1849297>
23. Daouda, K., Mamadou, C., Edson, L.B., Sorho, F., 2015. Guide pratique des techniques de production de l'ananas MD2 en Côte D'Ivoire. 72.
24. de Azevedo, P.V., de Souza, C.B., da Silva, B.B., da Silva, V.P., 2007. Water requirements of pineapple crop grown in a tropical environment, Brazil. *Agric. Water Manag.* 88, 201–208.
25. Dey, K., Green, J., Melzer, M., Borth, W., Hu, J., 2018. Mealybug Wilt of Pineapple and Associated Viruses. *Horticulturae* 4, 52.
<https://doi.org/10.3390/horticulturae4040052>

26. Ewemoje, T., Lateef, S., Afolayan, S., 2006.
Performance evaluation of drip irrigation system using sweet corn. *J. Appl. Sci. Eng. Technol.* 6, 16–21.
27. Ewere, C., Iseghohi, I., Gold, E., 2017.
Effects of different mulch materials on soil properties, weed control, growth and yield of pineapple in Akure, Nigeria. *Fuoye J Agric Hum. Ecol* 1, 62–74.
28. Fairhurst, T., 2015.
Manuel de gestion intégrée de la fertilité des sols.
29. Fournier, P., 2012.
La culture de l'ananas victoria à la réunion pour l'exportation. Recueil de bonnes pratiques.
30. Franata, R., Oktafri, Tusi, A., 2014.
Rancang bangun sistem irigasi tetes otomatis berbasis perubahan kadar air tanah dengan menggunakan mikrokontroler arduino nano [design of automatic drip irrigation based on change of soil water content using arduino nano microcontroller]. *J. Tek. Pertan. Lampung* Vol 4 No 1 19-26 8.
31. García de la Cruz, R., García Espinosa, R., Rodríguez Guzmán, M.P., González Hernández, H., Palma López, 2006.
Efecto de la rotación cvon leguminosas sobre la productividad del cultivo de piña (*Ananas comosus* [L.] Merr.) y cultivos intercalados en Tabasco, México.
32. Garcia De La Cruz, R., García- López, E., 2021.
Combined effects of cover crops and herbicide rotation as proactive weed management in pineapple (*Ananas comosus* L. Merr) in Huimanguillo Tabasco, Mexico. *Agro Product.*
<https://doi.org/10.32854/agrop.v14i9.2038>
33. Hepton, A., 2003.
Cultural system., in: Bartholomew, D.P., Paull, R.E., Rohrbach, K.G. (Eds.), *The Pineapple: Botany, Production and Uses.* CABI Publishing, UK, pp. 109–142.
<https://doi.org/10.1079/9780851995038.0109>
34. Hossain, F., 2016.
World pineapple production: An overview. *Afr. J. Food Agric. Nutr. Dev.* 16, 11443–11456.
<https://doi.org/10.18697/ajfand.76.15620>
35. Julius, I.P., Tseng, H.H., Lin, H.L., 2017.
Low temperature effect on flower and fruit development of 'Tainung No 17' pineapple. *Acta Hort.* 131–136.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1166.18>
36. Maia, V.M., Pegoraro, R.F., Aspiazú, I., Oliveira, F.S., Nobre, D.A.C., 2020.
Diagnosis and management of nutrient constraints in pineapple, in: *Fruit Crops.* Elsevier, pp. 739–760.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818732-6.00050-2>

37. Marañón-Cevada, V., Caballero-Mellado, J., Bustillos-Cristales, R., Muñoz-Rojas, J., Mascarón-Esparza, M.A., Castañeda-Lucio, M., López-Reyes, L., Martínez-Aguilar, L., Fuentes-Ramírez, L.E., 2010. *Tatumella ptyseos*, an Unrevealed Causative Agent of Pink Disease in Pineapple. *J. Phytopathol.* 158, 93–99.
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2009.01575.x>
38. Marín-Cevada, V., Fuentes-Ramírez, L.E., 2016. PINK DISEASE, A REVIEW OF AN ASYMPTOMATIC BACTERIAL DISEASE IN PINEAPPLE. *Rev. Bras. Frutic.* 38.
<https://doi.org/10.1590/0100-29452016949>
39. Mateljan, G., 2007. The world's healthiest foods: essential guide for the healthiest way of eating. GMF publishing.
40. Midmore, D., Dhungel, J., Bhattarai, S., 2012. Aerated water irrigation (oxygenation) benefits to pineapple yield, water use efficiency and crop health. *Aerated Water Irrig. Oxygenation Benefits Pineapple Yield Water Use Effic. Crop Health* 3–16.
41. Morton, J.F., 1987. *Fruits of warm climates.* JF Morton.
42. Nadia Umi, H., Agung Tricahya, R., Muhammad Farid, A., Radi, Murtiningrum, 2020. Performance analysis of drip and sprinkler irrigation on pineapple cultivation. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 451, 012034.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/451/1/012034>
43. Nurbel, T., Soler, A., Thuries, L., Dorey, E., Chabanne, A., Tisserand, G., Hoarau, I., Darnaudery, M., 2021. ANANABIO – Concevoir des systèmes de production d'ananas en agriculture biologique. *Innovations Agronomiques* 82, 1-24.
<https://doi.org/10.15454/KH2W-1K78>
44. Oculi, J., Bua, B., Ocwa, A., 2020. Reactions of pineapple cultivars to pineapple heart rot disease in central Uganda. *Crop Prot.* 135, 105213.
45. Oliveira, S.P.D., Santos, J.C., Leite, B.N., Santos, G.A.N.D., Silva, J.F.D., 2021. Critical period of weeds interference in pineapple (*Ananas comosus* [L.] Merr.) crops. *BASE* 120–128.
<https://doi.org/10.25518/1780-4507.18985>
46. Omotoso, S.O., Akinrinde, E.A., 2013. Effect of nitrogen fertilizer on some growth, yield and fruit quality parameters in pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.) plant at Ado-Ekiti Southwestern, Nigeria. *Int. Res. J. Agric. Sci. Soil Sci.* 3 1 16.
47. Paull, R.E., Bartholomew, D.P., Chen, C.-C., 2016. Pineapple breeding and production practices, in: Lobo, M.G., Paull, R.E. (Eds.), *Handbook of Pineapple Technology.* John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK, pp. 16–38.
<https://doi.org/10.1002/9781118967355.ch2>

48. Paull, R.E., Duarte, O., 2011.
Tropical fruits, 2nd ed. ed, Crop production science in horticulture series.
CABI, Wallingford, UK ; Cambridge, MA.
49. Pérez, G., Mbogholi, A., Sagarra, F., Aragón, C., González, J.,
Isidrón, M., Lorenzo, J.C., 2011.
Morphological and physiological characterization of two new pineapple somaclones
derived from in vitro culture. *Vitro Cell. Dev. Biol.-Plant* 47, 428–433.
50. PIP/COLAED, 2015.
Crop production protocol: Pineapple Cayenne.
51. PIP/COLEAD, 2011.
Itinéraire technique Ananas MD2 (*Ananas comosus*). COLEACP – UGPIP.,
Rue du Trône, 130 – B – 1050 Brussels.
52. PIP, 2009.
Itinéraire technique Ananas Cayenne (*Ananas comosus*).
COLEACP – UGPIP, Rue du Trône, 130 – B – 1050 Brussels.
53. Pires De Matos, A., 2019.
Main pests affecting pineapple plantations and their impact on crop
development. *Acta Hort.* 137–146.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1239.17>
54. PNDFA, 2017.
ÉTUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE, ÉCONOMIQUE, SOCIALE ET
ENVIRONNEMENTALE, PROGRAMME NATIONAL DE DÉVELOPPEMENT
DE LA FILIERE ANANAS (PNDFA). MAEP.
55. Py, C., Lacoeyilhe, J.-J., Teisson, C., Lacoeyilhe, J.J., 1984.
L'ananas, sa culture, ses produits, Techniques agricoles et productions
tropicales. Maisonneuve & Larose [u.a.], Paris.
56. Queiroga, V. de P., 2023.
ABACAXIZEIRO (*Ananas comosus* L., Merrill):
TECNOLOGIAS DE PLANTIO E UTILIZAÇÃO. Ciped, Campina Grande, PB.
57. Rahman, Md., Lee, S.-H., Ji, H., Kabir, A., Jones, C., Lee, K.-W., 2018.
Importance of Mineral Nutrition for Mitigating Aluminum Toxicity in Plants
on Acidic Soils: Current Status and Opportunities. *Int. J. Mol. Sci.* 19, 3073.
<https://doi.org/10.3390/ijms19103073>
58. Ramos, M.J.M., Monnerat, P.H., De Carvalho, A.J.C., Pinto, J.L.A.,
Da Silva, J.A., 2006.
NUTRITIONAL DEFICIENCY IN 'IMPERIAL' PINEAPPLE IN THE VEGETATIVE
GROWTH PHASE AND LEAF NUTRIENT CONCENTRATION.
Acta Hort. 133–139.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.702.16>

59. Reberg-Horton, S.C., Grossman, J.M., Kornecki, T.S., Meijer, A.D., Price, A.J., Place, G.T., Webster, T.M., 2012.
Utilizing cover crop mulches to reduce tillage in organic systems in the southeastern USA. *Renew. Agric. Food Syst.* 27, 41–48.
<https://doi.org/10.1017/S1742170511000469>
60. Rebolledo, M.A., 2002.
Relaciones hídricas, nutrimentales y desarrollo de tres cultivares de piña en densidades intensivas de plantación con y sin cubierta plástica.
61. Reinhardt, D.H.R.C., Bartholomew, D.P., Souza, F.V.D., Carvalho, A.C.P.P.D., Pádua, T.R.P.D., Junghans, D.T., Matos, A.P.D., 2018.
Advances in pineapple plant propagation. *Rev. Bras. Frutic.* 40.
<https://doi.org/10.1590/0100-29452018302>
62. Santos, I.L.N., Coelho, E.F., Lima, L.W.F., 2022.
Application of fertilizers and root enhancers by two irrigation systems on 'BRS Imperial' pineapple. *Rev Bras Frutic* 44.
63. Sapak, Z., Mohd Faisol Mahadeven, A.N., M.H., N.F., S., N., A.W., M.Z., 2021.
A review of common diseases of pineapple: the causal pathogens, diseasesymptoms, and available control measures. *Food Res.* 5, 1–14.
[https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(S4\).004](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(S4).004)
64. Shakarovna, B.R., Hamdamovich, K.T., 2022.
METHODS OF RAPID REPRODUCTION OF PINEAPPLE
[ANANAS COSMOSUS (L.) MERR]. *Acad. Globe Inderscience Res.* 3, 144–148.
65. Shamim, M., Kumar, M., Ranjan, T., Kumar, R.R., Pal, A.K., Kumar, V., Jha, V., Kumar, P., 2016.
Importance of micropropagation in pineapple for disease free plantlets and rapid multiplication. *J. Pharmacogn. Phytochem.* 5, 359–362.
66. Sidik, S., Sapak, Z., 2021.
Evaluation of Selected Chemical Pesticides for Controlling Bacterial Heart Rot Disease in Pineapples Variety MD2. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 757, 012072.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/757/1/012072>
67. Siebeneichler, S.C., Monnerat, P.H., Carvalho, A.J.C.D., Silva, J.A.D., 2002.
Composição mineral da folha em abacaxizeiro: efeito da parte da folha analisada. *Rev. Bras. Frutic.* 24, 194–198.
<https://doi.org/10.1590/S0100-29452002000100042>
68. Sikandar, A., Zhang, M.Y., Wang, Y.Y., Zhu, X.F., Liu, X.Y., Fan, H.Y., Xuan, Y.H., Chen, L.J., Duan, Y.X., 2020.
REVIEW ARTICLE: MELOIDOGYNE INCOGNITA (ROOT-KNOT NEMATODE) A RISK TO AGRICULTURE. *Appl. Ecol. Environ. Res.* 18, 1679–1690.
https://doi.org/10.15666/aeer/1801_16791690

69. Sossa, E.L., Agbangba, C.E., Amadji, G.L., Agbossou, K.E., Hounhouigan, D.J., 2019. Integrated influence of soil tillage, nitrogen–potassium fertiliser and mulching on pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) growth and yield. *South Afr. J. Plant Soil* 36, 339–345.
<https://doi.org/10.1080/02571862.2019.1570568>
70. Sossa, E.L., Hounsou, B.M., Agbangba, C.E., Adegnandjou, A.J.A., Tchegnimonhan, C.U., Sintondji, L.O., Amadji, G.L., Agbossou, K.E., Hounhouigan, D.J., 2020. Influence of tillage and mulching on soil water balance under pineapple crop (*Ananas comosus* (L.) Merr.). *Int. J. Eng. Res. Appl.* 9.
71. Soti, P., Racelis, A., 2020. Cover crops for weed suppression in organic vegetable systems in semiarid subtropical Texas. *Org. Agric.* 10, 429–436.
<https://doi.org/10.1007/s13165-020-00285-4>
72. Souza, L.F., Reinhardt, D.H., 2007. Pineapple.
73. Teixeira, L.A.J., Quaggio, J.A., Cantarella, H., Mellis, E.V., 2011. Potassium fertilization for pineapple: effects on soil chemical properties and plant nutrition. *Rev. Bras. Frutic.* 33, 627–636.
<https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000200036>
74. Tullio, R.P.P., Aristoteles, P.M., Ronielli, C.R., Eliseth, S.V., Raul, C.C.R., Francisco, A.S.X., Domingo, H.R., 2016. Organic Pineapple Production System for the Region of Lençóis, Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. *Newsletter of the Workgroup Pineapple.* *Int. Soc. Hortic. Sci.* 15.
75. Uriza-Ávila, D.E., Torres-Ávila, A., Aguilar-Ávila, J., Santoyo-Cortés, V.H., Zetina-Lezama, R., Rebolledo-Martínez, A., 2018. La piña mexicana frente al reto de la innovación. *Avances y retos en la gestión de la innovación., Trópico Húmedo.* Chapingo. Estado de México. México: UACH.
76. Vásquez-Jiménez, Bartholomew, 2018. *Plant nutrition in The Pineapple Botany, Production and Uses*, 2nd Ed. ed. CAB International.
77. Weston, L.A., Duke, S.O., 2003. Weed and Crop Allelopathy. *Crit. Rev. Plant Sci.* 22, 367–389.
<https://doi.org/10.1080/713610861>
78. Yallanagouda, M., 2015. NUTRIENT DEFICIENCY AND ITS MANAGEMENT IN PINEAPPLE.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16914.38086>
79. Young, A.J., Pathania, N., Manners, A., Pegg, K.G., 2022. Heart rot of Australian pineapples caused by *Dickeya zeae*. *Australas. Plant Pathol.* 51, 525–533.
<https://doi.org/10.1007/s13313-022-00880-x>



GROWING PEOPLE

Janvier 2025