

GUIDE

PRODUCTION DURABLE



GINGEMBRE (*ZINGIBER OFFICINALE*)



Funded by
the European Union



Le contenu et la conception de ce document ont été préparés par le 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 également aucune déclaration ni garantie de quelque nature que ce soit concernant le contenu. Toute utilisation du contenu est laissée aux risques et périls des utilisateurs, qui sont seuls responsables de leur interprétation et de leur 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 propriétaire des droits de propriété intellectuelle de cette publication. Son contenu peut être récupéré et téléchargé uniquement à des fins personnelles et ne peut être copié, modifié, publié, diffusé ou distribué d'aucune 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 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 à des conditions agroécologiques locales spécifiques. Lors de l'utilisation, de la manipulation ou du stockage de tout produit agrochimique approuvé, il est essentiel de toujours lire et suivre les instructions figurant sur l'étiquette du produit. Toutefois, le COLEAD peut recommander des BPA pour les produits phytosanitaires qui diffèrent de l'étiquette du produit et qui ont été 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
Auteur (Natural Resources Institute, University of Greenwich): Louise Abayomi
Mise en page et graphisme : Mazy Graphic Design srl

COMMENT CITER :

L. Abayomi, P. De Bauw, A. Jacques, E. Lehmann. 2025, Guide de la production durable de gingembre, COLEAD, Fit For Market Plus, Bruxelles, Belgique, ?p

Lien permanent pour citer ou partager cette publication : <https://resources.colead.link/fr/e-bibliotheque/guide-production-durable-sur-gingembre-zingiber-officinale>



Funded by
the European Union

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES	6
LISTE DES TABLEAUX	8
1. INTRODUCTION À LA CULTURE DE GINGEMBRE	17
1.1. QUELQUES INFORMATIONS HISTORIQUES ET GÉOGRAPHIQUES SUR LE GINGEMBRE	12
1.2. IMPORTANCE MONDIALE/RÉGIONALE DU GINGEMBRE	13
1.3. LES PRINCIPALES VARIÉTÉS DE GINGEMBRE, LEURS CARACTÉRISTIQUES CLÉS ET LEUR DISTRIBUTION	13
1.4. MORPHOLOGIE DU GINGEMBRE	13
2. EXIGENCES DE LA CULTURE	17
2.1. CLIMAT	18
2.1.1. ZONES CLIMATIQUES	18
2.1.2. TEMPÉRATURE	18
2.1.3. HUMIDITÉ RELATIVE	18
2.2. LUMIÈRE ET OMBRAGE	19
2.3. ALTITUDE	19
2.4. EAU	19
2.4.1. PRÉCIPITATIONS	19
2.4.2. IRRIGATION	19
2.5. SOL	20
2.5.1. STRUCTURE	20
2.5.2. TEXTURE	20
2.5.3. PROFONDEUR	20
2.5.4. PH	20
2.5.5. SALINITÉ	20
2.6. NUTRITION	21
2.6.1. IDENTIFICATION DES CARENCES EN NUTRIMENTS ET MESURES CORRECTIVES POUR LE GINGEMBRE	22
CHECK-LIST DES EXIGENCES GÉNÉRALES	24

3. CHOIX PRÉ-PLANTATION POUR LE GINGEMBRE	27
3.1. BESOINS EN MAIN-D'ŒUVRE	28
3.2. CHOIX D'UNE PARCELLE	28
3.2.1. HISTORIQUE DE LA PARCELLE	28
3.2.2. TRANSPLANTATION DES JEUNES PLANTS DE GINGEMBRE	28
3.2.3. ANTÉCÉDENTS DE CULTURE	29
3.2.4. EXPOSITION AU SOLEIL.....	29
3.2.5. TOPOGRAPHIE.....	29
3.3. MATÉRIEL DE PLANTATION	30
7.3.1. STIMULATION DE LA GERMINATION, BOUTURAGE ET PRÉ-TRAITEMENT DES RHIZOMES SEMENCES POUR LA PRÉVENTION DES RAVAGEURS/MALADIES.....	31
7.3.2. PROPAGATION PAR BOURGEON UNIQUE	32
3.4. GESTION DE LA PÉPINIÈRE	35
7.4.1. EMPLACEMENT DE LA PÉPINIÈRE.....	35
7.4.2. MESURES PHYTOSANITAIRES	35
7.4.3. ÉQUIPEMENT DE PÉPINIÈRE DE BASE	36
3.5. VARIÉTÉS DE GINGEMBRE	38
7.5.1. CLASSIFICATIONS	38
3.6. PÉRIODE DE PRODUCTION	40
7.6.1. DIFFÉRENCES RÉGIONALES.....	40
3.7. ROTATION ET ASSOCIATION	41
7.7.1. OPTIONS DE GESTION Saine DES CULTURES DE GINGEMBRE.....	41
CHECK-LIST POUR LES CHOIX PRÉ-PLANTATION	44
4. PRÉPARATION DE LA PARCELLE	47
4.1. AMÉNAGEMENT PAYSAGER	48
4.2. LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES	48
8.2.1. FAUCHE, PAILLAGE, DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE ET CHIMIQUE	49
4.3. PRÉPARATION DU SOL	50
8.3.1. ASSAINISSEMENT.....	50
4.4. AMENDEMENTS DU SOL AVANT LA PLANTATION	51
8.4.1. CALCAIRE, FUMIERS ET FERTILISATION.....	51
CHECK-LIST POUR LA PRÉPARATION DE LA PARCELLE	53

5. PLANTATION DU GINGEMBRE	55
5.1. MÉTHODE DE PRÉPARATION DU SOL	58
5.1.1. MÉTHODE DES LITS PLATS.....	58
5.1.2. MÉTHODE DU BILLONNAGE/DES LITS SURÉLEVÉS	59
5.2. DENSITÉ	60
5.3. OUTILS ET MÉTHODES DE PLANTATION	60
5.3.1. OUTILS.....	60
5.3.2. PLANTATION MÉCANIQUE.....	61
5.3.3. PLAN DE PLANTATION ET ESPACEMENT.....	61
5.3.4. ORIENTATION	62
CHECK-LIST POUR LA PLANTATION	63
6. ENTRETIEN DES CULTURES APRÈS LA TRANSPLANTATION	65
6.1. GESTION DE L'EAU	66
6.1.1. IRRIGATION : QUANTITÉ, PÉRIODE, QUALITÉ DE L'EAU ET MÉTHODES	66
6.1.2. DRAINAGE	68
CHECK-LIST POUR LA GESTION DE L'EAU	69
6.2. COUVERTURE DES SOLS	69
6.2.1. PAILLAGE	69
6.2.2. BUTTAGE.....	70
CHECK-LIST POUR LES STRATÉGIES DE GESTION GÉNÉRALES PENDANT LA PRODUCTION	70
6.3. GESTION DE LA FERTILITÉ DES SOLS ET DES NUTRIMENTS	71
6.3.1. BONNES PRATIQUES DE FERTILISATION.....	74
CHECK-LIST POUR LA GESTION DU SOL ET DES NUTRIMENTS	75
6.4. STRATÉGIES DE LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES	75
6.4.1. HERBICIDES CHIMIQUES.....	81
6.4.2. DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE ET MANUEL ET AUTRES STRATÉGIES DE DÉSHÉRBAGE CULTURAL.....	81
CHECK-LIST POUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES	83
6.5. TAILLE	83
6.6. SURVEILLANCE ET GESTION DES RAVAGEURS ET DES MALADIES	83
7. GESTION DES RAVAGEURS ET DES MALADIES	87
7.1. STRATÉGIE DE LUTTE INTÉGRÉE CONTRE LES RAVAGEURS (LIR)	88
7.2. LISTE DE BASE NON EXHAUSTIVE D'OUTILS POUR METTRE EN ŒUVRE LA LIR	89

7.3. PRINCIPAUX RAVAGEURS ET MALADIES	90
7.3.1. COCHENILLE DU RHIZOME (<i>ASPIDIELLA HARTII</i> (COCKERELL))	90
7.3.2. NOCTUELLE BAIGNÉE/IPSILON OU VER-GRIS NOIR (<i>AGROTIS IPSILON</i>)	94
7.3.3. NÉMATODES – NÉMATODES À GALLES, NÉMATODES FOREURS DE RACINES ET NÉMATODES DES LÉSIONS (<i>MELOIDOGYNE</i> SPP., <i>RADOPHOLUS</i> <i>SIMILIS</i> ET <i>PRATYLENCHUS</i> SPP.)	100
7.3.4. FOREUR DES POUSSES (<i>CONOGETHES PUNCTIFERALIS</i>)	107
7.3.5. POURRITURE SÈCHE FUSARIENNE (<i>FUSARIUM OXYSPORUM</i> F. SP. <i>ZINGIBERI</i>)	110
7.3.6. POURRITURE MOLLE PYTHIENNE (<i>PYTHIUM</i> SPP.)	116
7.3.7. TACHE FOLIAIRE (<i>PHYLLOSTICTA ZINGIBERI</i>)	122
7.3.8. ANTHRACNOSE (<i>COLLETOTRICHUM</i> SPP.)	126
7.3.9. POURRITURE DU RHIZOME (<i>RHIZOCTONIA</i> SPP.)	127
7.3.10. VIRUS DE LA MOSAÏQUE (CMV)	129
7.3.11. VIRUS DES TACHES CHLOROTIQUES (GCFV)	129
7.3.12. FLÉTRISSEMENT BACTÉRIEN (<i>RALSTONIA SOLANACEARUM</i> , ANCIENNEMENT <i>PSEUDOMONAS SOLANACEARUM</i>)	130
7.3.13. POURRITURES DE STOCKAGE AU STADE POST-RÉCOLTE (<i>PYTHIUM</i> SPP., <i>FUSARIUM</i> SPP. ET <i>VERTICILLIUM</i> SPP.)	135
8. RÉCOLTE DU GINGEMBRE	145
8.1. QUAND RÉCOLTER ?	146
8.1.1. MOMENT (INDICATEURS DE MATURITÉ)	146
8.2. OUTILS DE RÉCOLTE ET ÉQUIPEMENT AUXILIAIRE	147
8.3. MANIPULATION DANS LE CHAMP	147
8.3.1. TYPES DE CONTENANTS	147
8.4. BONNES PRATIQUES	148
8.4.1. PRÉPARATION (OUTILS, MÉTHODES, HYGIÈNE, MAIN-D'ŒUVRE)	148
8.5. RENDEMENTS	152
8.5.1. RENDEMENTS OPTIMAUX POUR LES PRINCIPALES VARIÉTÉS DE GINGEMBRE	152
CHECK-LIST POUR LA PRÉPARATION À LA RÉCOLTE	153
9. GESTION POST-RÉCOLTE DU GINGEMBRE	155
9.1. INTRODUCTION	156
9.1.1. BONNES PRATIQUES D'HYGIÈNE ET DE MANIPULATION	156
9.1.2. PROTECTION SOLAIRE	156
9.1.3. LAVAGE	156
9.1.4. PRÉ-REFROIDISSEMENT	156

9.2. MATURATION	157
9.2.1. CONSIDÉRATIONS DE TEMPS, DE TEMPÉRATURE ET D'HUMIDITÉ RELATIVE	157
9.3. TRANSPORT	157
9.4. STOCKAGE SUR EXPLOITATION/HORS EXPLOITATION	157
9.4.1. BONNES PRATIQUES DE STOCKAGE	157
9.4.2. STOCKAGE EN FOSSE SUR EXPLOITATION	158
9.4.3. COMPENSATION DE LA PERTE DE POIDS PENDANT LE STOCKAGE	159
9.4.4. ÉTIQUETAGE	160
9.5. TRANSFORMATION	160
9.5.1. EXIGENCES EN MATIÈRE DE CENTRE DE CONDITIONNEMENT	160
9.5.2. ACCUMULATION DE DIOXYDE DE CARBONE DANS L'ESPACE DE STOCKAGE	163
9.5.3. NORMES DE SÉCURITÉ DU GINGEMBRE (RÉSIDUS DE PESTICIDES, MYCOTOXINES, MÉTAUX LOURDS, ORGANISMES MICROBIOLOGIQUES ET ADDITIFS ALIMENTAIRES)	163
9.5.4. RÉGLEMENTATIONS PHYTOSANITAIRES	164
CHECK-LIST POUR LA GESTION POST-RÉCOLTE DU GINGEMBRE	164
BASE DE DONNÉES DE PROTECTION DES CULTURES DU COLEAD	165
RÉFÉRENCES/BIBLIOGRAPHIE	167

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : MORPHOLOGIE DU GINGEMBRE	14
FIGURE 2 : COUPE TRANSVERSALE DU GINGEMBRE FRAIS	14
FIGURE 3 : PLANT DE GINGEMBRE EN FLEURS	15
FIGURE 4 : APPAREIL DE MESURE DE LA TEMPÉRATURE ET DE L'HUMIDITÉ DE FAIBLE COÛT	18
FIGURE 5 : EXEMPLES DE SYSTÈME D'IRRIGATION GOUTTE À GOUTTE POUR LA PRODUCTION DU GINGEMBRE	19
FIGURE 6 : EXEMPLE DE KIT DE TEST COURANT BON MARCHÉ DU PH DU SOL	20
FIGURE 7 : UN GUIDE SIMPLIFIÉ DES CARENCES EN NUTRIMENTS POUR LE DIAGNOSTIC DE LA PLANTE	22
FIGURE 8 : EXEMPLE DE KIT DE TEST COMMERCIAL PORTABLE DE LA TENEUR EN NPK DU SOL	23
FIGURES 9 : SYMPTÔMES DES CARENCES EN POTASSIUM ET EN AZOTE DU GINGEMBRE	24
FIGURE 10 : EXEMPLES DE KIT DE TEST COMMERCIAL DE LA TENEUR EN MÉTAUX LOURDS DU SOL OU DE L'EAU	29
FIGURE 11 : GRAINES DE GINGEMBRE ET RHIZOME	30
FIGURE 12 : MATÉRIEL DE PLANTATION FLÉTRI ET EN GERMINATION	31
FIGURE 13 : SÉCHAGE ET MATURATION DES RHIZOMES APRÈS TREMPAGE	32
FIGURE 14 : MATÉRIEL DE PLANTATION SOUS LA FORME DE RHIZOMES DE GINGEMBRE BOUTURÉS DÉMONTRANT LA PRÉPARATION ET LA PLANTATION POUR LA PROPAGATION PAR BOURGEON UNIQUE	33
FIGURE 15 : PLANTULES PROPAGÉS À L'AIDE DE LA TECHNOLOGIE DU BOURGEON UNIQUE POUR LA MULTIPLICATION DU GINGEMBRE	33
FIGURE 16 : RHIZOMES DE GINGEMBRE ET BOURGEONS UNIQUES PRÊTS POUR LA PLANTATION EN CHAMP OU DANS DE PLUS GRANDES UNITÉS	34
FIGURE 17 : PLANTATION DU GINGEMBRE	35
FIGURE 18 : EXEMPLE D'ÉCHANTILLONNEUR DE SOL EN ACIER INOXYDABLE POUR ÉVALUER LA QUALITÉ DU SOL DES CHAMPS CIBLES	37
FIGURE 19 : DEUX VARIÉTÉS COMMERCIALES CHINOISES DE GINGEMBRE COMPLÈTEMENT DIFFÉRENTES	39
FIGURE 20 : TECHNIQUES DE CULTURE DU GINGEMBRE AVEC ET SANS CULTURE INTERCALAIRE	44
FIGURE 21 : ÉLEUSINE DES INDES ET SOUCHET ROND, DEUX MAUVAISES HERBES COURANTES AFFECTANT LA PRODUCTION DU GINGEMBRE	48
FIGURE 22 : DÉSHERBAGE MÉCANIQUE À L'AIDE DE DOIGTS DE BINAGE MOTORISÉS	49
FIGURE 23 : DÉSHERBEURS MOTORISÉS ADAPTÉS AU GINGEMBRE	49
FIGURE 24 : EXEMPLE DE SOLARISATION DU SOL POUR LA LUTTE CONTRE LES NÉMATODES ET LE FLÉTRISSEMENT BACTÉRIEN	50
FIGURE 25 : A. JEUNE PLANT DE GINGEMBRE À POUSSÉS MULTIPLES ; B. JEUNE PLANT DE GINGEMBRE À POUSSE UNIQUE ; C. SECTION DE RHIZOME SEMENCE	56
FIGURE 26 : BAC DE RHIZOMES SEMENCES	56
FIGURE 27 : PLANTATION MANUELLE DE RHIZOMES DE GINGEMBRE DANS LE CHAMP SUR DES LITS SURÉLEVÉS, ET EN PLEINE TERRE	57
FIGURE 28 : PLANTATION MANUELLE DU GINGEMBRE DANS LE CHAMP	57
FIGURE 29 : PRÉPARATION MÉCANIQUE DU SOL POUR LA PRODUCTION DE GINGEMBRE SUR LITS PLATS	58

FIGURE 30 : PRÉPARATION MÉCANIQUE DU SOL POUR LA PRODUCTION DE GINGEMBRE SUR LITS PLATS	58
FIGURE 31 : PRÉPARATION MANUELLE DU SOL POUR LA PRODUCTION DE GINGEMBRE SUR UNE PENTE	59
FIGURE 32 : PRÉPARATION À LA PLANTATION DES RHIZOMES SUR DES LITS SURÉLEVÉS	59
FIGURE 33 : PRÉPARATION DE LITS SURÉLEVÉS POUR LA CULTURE DU GINGEMBRE	60
FIGURE 34 : LITS SURÉLEVÉS COUVERTS DE PAILLIS POUR LA PRODUCTION DU GINGEMBRE – 15 CM DE HAUT SUR 1 M DE LARGE, AVEC UN ESPACEMENT DE 50 CM ENTRE LES LITS	61
FIGURE 35 : GINGEMBRE POUSSANT SUR DES LITS SURÉLEVÉS/BILLONS SÉPARÉS PAR DES CANAUX DE DRAINAGE	62
FIGURE 36 : RÉCOLTE DU GINGEMBRE DANS UNE SERRE EN VUE DE LA TRANSPLANTATION	62
FIGURE 37 : POUSSÉS DE GINGEMBRE PRÉGERMÉS	63
FIGURE 38 : IRRIGATION GOUTTE À GOUTTE DANS UN CHAMP DE GINGEMBRE	67
FIGURE 39 : REMPLISSAGE ET STOCKAGE DE L'EAU SUR EXPLOITATION DANS UN RÉSERVOIR EN PLASTIQUE	68
FIGURE 40 : CHAMP DE GINGEMBRE AVEC IRRIGATION GOUTTE À GOUTTE	68
FIGURE 41 : PAILLAGE DES LITS DE SEMENCES POUR LE GINGEMBRE, ET GINGEMBRE POUSSANT DANS DU PAILLIS	70
FIGURE 42 : APPLICATION DE MATIÈRE ORGANIQUE AVANT LA PLANTATION POUR STIMULER LES RENDEMENTS	71
FIGURE 43 : CHAMP DE GINGEMBRE BIEN DÉSHERBÉ	82
FIGURE 44 : <i>ASPIDIELLA HARTII</i> SPP., DOMMAGES AUX PLANTS DE GINGEMBRE, ET RHIZOMES SEMENCES AFFECTÉS	91
FIGURE 45 : LARVE DE NOCTUELLE BAIGNÉE, ADULTE, ET DOMMAGES AU PLANT	95
FIGURE 46 : NÉMATODES À GALLES ET FOREUR DE RACINES ET DOMMAGES QU'ILS CAUSENT AU GINGEMBRE	100
FIGURE 47 : FOREUR DES POUSSÉS ET DOMMAGES CAUSÉS AUX RHIZOMES DE GINGEMBRE	107
FIGURE 48 : JAUNISSE FUSARIENNE SUR LE GINGEMBRE ET DOMMAGES CAUSÉS AUX RHIZOMES SEMENCES	110
FIGURE 49 : POURRITURE MOLLE PYTHIENNE SUR DES PLANTS DE GINGEMBRE ET DES RHIZOMES	116
FIGURE 50 : TACHE FOLIAIRE DU GINGEMBRE	122
FIGURE 51 : SYMPTÔMES DE FLÉTRISSEMENT BACTÉRIEN SUR DES PLANTS ET RHIZOMES DE GINGEMBRE	131
FIGURE 52 : PLANTS ET RHIZOME DE GINGEMBRE INFECTÉS PAR <i>PYTHIUM</i> ET POURRITURE	135
FIGURE 53 : INDICATEUR DE MATURITÉ DE RÉCOLTE	147
FIGURE 54 : GINGEMBRE RÉCOLTÉ PLACÉ DANS DES BACS REVÊTUS DE PLASTIQUE	147
FIGURE 55 : ÉLAGAGE MÉCANIQUE DU GINGEMBRE	148
FIGURE 56 : OUTILS DE RÉCOLTE MANUELLE DU GINGEMBRE	149
FIGURE 57 : RÉCOLTE MANUELLE DE GINGEMBRE NON ÉTÉTÉ	149
FIGURE 58 : RÉCOLTE MANUELLE DE GINGEMBRE ÉLAGUÉ, CHINE	150
FIGURE 59 : RÉCOLTE MANUELLE DE GINGEMBRE	150
FIGURE 60 : RÉCOLTE MANUELLE DE BÉBÉ GINGEMBRE	151
FIGURE 61 : RÉCOLTE MÉCANIQUE ET TRANSPORT DE GINGEMBRE CULTIVÉ EN CHAMP	151
FIGURE 62 : GINGEMBRE FRAÎCHEMENT RÉCOLTÉ ET BÉBÉ GINGEMBRE ÉTÉTÉ À LA RÉCOLTE	152
FIGURE 63 : STOCKAGE EN FOSSE SUR EXPLOITATION DE RHIZOMES SEMENCES DE GINGEMBRE	158
FIGURE 64 : STOCKAGE EN VRAC DE GINGEMBRE MATURE	159
FIGURE 65 : STOCKAGE DE GINGEMBRE EN CHAMBRE FROIDE	159
FIGURE 66 : STOCKAGE EN VRAC DE GINGEMBRE	162
FIGURE 67 : EMBALLAGE EN CARTON AÉRÉ POUR LE GINGEMBRE	162

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 — SYMPTÔMES DES CARENCES EN NUTRIMENTS DU GINGEMBRE	22
TABLEAU 2 — VARIÉTÉS DE GINGEMBRE LOCALES DANS LES PRINCIPAUX PAYS PRODUCTEURS DE GINGEMBRE	38
TABLEAU 3 — PRINCIPALES SAISONS DE PLANTATION ET DE RÉCOLTE POUR LES GRANDS PAYS PRODUCTEURS/EXPORTATEURS DE GINGEMBRE	40
TABLEAU 4 — OPTIONS DE CULTURE INTERCALAIRE ET DE ROTATION DES CULTURES POUR LA PRODUCTION DU GINGEMBRE	41
TABLEAU 5 — OPTIONS D'AJUSTEMENT DU PH DU SOL	52
TABLEAU 6 — MAUVAISES HERBES COURANTES ASSOCIÉES NÉGATIVEMENT AU GINGEMBRE	76





1

INTRODUCTION

Il est important d'adopter de « bonnes pratiques » pour promouvoir la durabilité à long terme de la production de gingembre. L'utilisation de techniques durables permet d'améliorer la biodiversité, de préserver les ressources naturelles et de limiter les effets négatifs sur l'environnement. Ce guide décrit les besoins et l'agronomie du gingembre et donne un aperçu des principales variétés de gingembre, de leurs caractéristiques, de l'entretien des cultures et des exigences de manipulation, autant de facteurs qui influencent la qualité et le rendement. Il souligne également l'importance de la santé du sol, de la conservation de l'eau et de la lutte intégrée contre les ravageurs, en fournissant des directives et des exemples de mise en œuvre correcte. Ces techniques incluent la gestion des engrais, la rotation des cultures, le compagnonnage végétal et la bonne gestion post-récolte.

Afin de garantir la durabilité économique de la production de gingembre en mettant l'accent sur la responsabilité environnementale, il est essentiel de s'aligner sur les tendances du marché, les chaînes de valeur et les programmes de certification. En comprenant les préférences des consommateurs et en accédant à des marchés haut de gamme, les agriculteurs ont plus de chances de recevoir une reconnaissance pour leur engagement en faveur de la durabilité. Cela aide les producteurs de gingembre à répondre à la demande croissante de gingembre produit de manière responsable, tout en s'adaptant rapidement aux préférences des consommateurs.

1.1. QUELQUES INFORMATIONS HISTORIQUES ET GÉOGRAPHIQUES SUR LE GINGEMBRE

L'utilisation du gingembre remonte à au moins 5 000 ans. Ses origines exactes ne sont pas exactement connues, mais selon certaines sources, il proviendrait d'Asie (Prasath *et al.*, 2023). La plupart de la production a lieu dans les régions tropicales et subtropicales.

Le gingembre (*Zingiber officinale* Roscoe) est une plante monocotylédone vivace herbacée de la famille des *Zingiberaceae*. Le nom générique du gingembre, *Zingiber*, est dérivé du grec *zingiberis*.

D'un point de vue botanique, le gingembre est classé comme suit :

- Règne : Plantae (plantes)
- Clade : Trachéophytes (plantes vasculaires)
- Clade : Angiospermes (plantes à fleurs)
- Clade : Monocotylédones
- Ordre : Zingiberales
- Famille : Zingiberaceae (famille du gingembre)
- Genre : Zingiber
- Espèce : Zingiber officinale

1.2. IMPORTANCE MONDIALE/RÉGIONALE DU GINGEMBRE

Le gingembre revêt une grande importance économique en tant que culture commerciale pour de nombreux pays et est la plus largement utilisée et la plus mondialement commercialisée de toutes les épices. Il contient plusieurs composés bioactifs et est utilisé pour l'assaisonnement, la médecine traditionnelle et l'homéopathie. Les principales formes commerciales du gingembre sont les racines fraîches, les racines séchées et les oléorésines.

L'Inde et le Nigeria représentent 60 % de la production mondiale de gingembre¹. L'**Inde**, le plus grand producteur, est surnommée le « pays des épices ». Elle a une longue histoire de culture du gingembre et est connue pour ses variétés de haute qualité. Le **Nigeria** est le premier producteur de gingembre d'Afrique et a vu sa production augmenter ces dernières années. Il fournit du gingembre aux marchés domestiques et internationaux. Un autre grand pays producteur de gingembre est la **Chine**, qui dispose de vastes étendues adaptées à la culture du gingembre. Le **Népal** a augmenté sa production de gingembre au cours des dernières années et est devenu l'un des premiers pays producteurs de gingembre au monde. La culture du gingembre est répandue en **Indonésie**, plus particulièrement dans les régions de Java et Sumatra. Le pays est également un grand exportateur de gingembre. La **Thaïlande** bénéficie d'un climat favorable à la culture du gingembre et est un important producteur et exportateur de gingembre. Le **Pérou** est l'un des principaux producteurs de gingembre d'Amérique du Sud. Il bénéficie de conditions de production adaptées, et son gingembre est exporté dans plusieurs pays. Le **Brésil** a lui aussi une production de gingembre importante, principalement dans les États de Minas Gerais et São Paulo, et il exporte également du gingembre dans plusieurs pays. Le **Viêt Nam** est connu pour sa production de gingembre, et il exporte aussi du gingembre dans différentes parties du monde. Il jouit de conditions climatiques propices à la culture du gingembre. Le plus grand exportateur de gingembre à l'échelle mondiale est la **Chine**. Avec leur climat optimal et leurs pratiques d'agriculture biologique avancées, les pays d'Amérique du Sud se sont spécialisés dans la culture de gingembre biologique, le gingembre bio du **Pérou** étant très populaire dans l'UE.

1.3. LES PRINCIPALES VARIÉTÉS DE GINGEMBRE, LEURS CARACTÉRISTIQUES CLÉS ET LEUR DISTRIBUTION

Les variétés de gingembre se caractérisent par leur couleur, leur arôme, leur morphologie et leur composition chimique. Il existe 25 variétés commerciales de gingembre à travers le monde, avec peu de variation génétique. Le gingembre est décrit comme épicé, piquant ou âcre en termes de goût et d'arôme. Selon Le *et al.* (2014), ces caractéristiques varient en fonction de facteurs environnementaux, comme le type de sol, la saison, le climat, la pratique de culture, l'emplacement, la maturité et les processus post-récolte. Vous trouverez de plus amples informations sur les variétés de gingembre populaires dans les sections suivantes.

1 <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/QCL>.

1.4. MORPHOLOGIE DU GINGEMBRE

Le gingembre est une plante vivace qui est dotée d'un rhizome souterrain. Il peut atteindre 1 mètre de haut. Ses feuilles sont longues et fines et poussent de façon alternée sur la tige. La plante produit des grappes de bourgeons floraux blancs et rose qui se transforment en fleurs jaunes à mesure de leur maturation. Ces fleurs sont disposées dans un épi conique oblong et sont couvertes de bractées vertes. La plante produit également des pousses foliaires, appelées pseudo-tiges, qui sont formées par les gaines foliaires et portent 8 à 12 feuilles dans une disposition distique. La structure de floraison, ou inflorescence, pousse directement à partir du rhizome (Fig. 1).

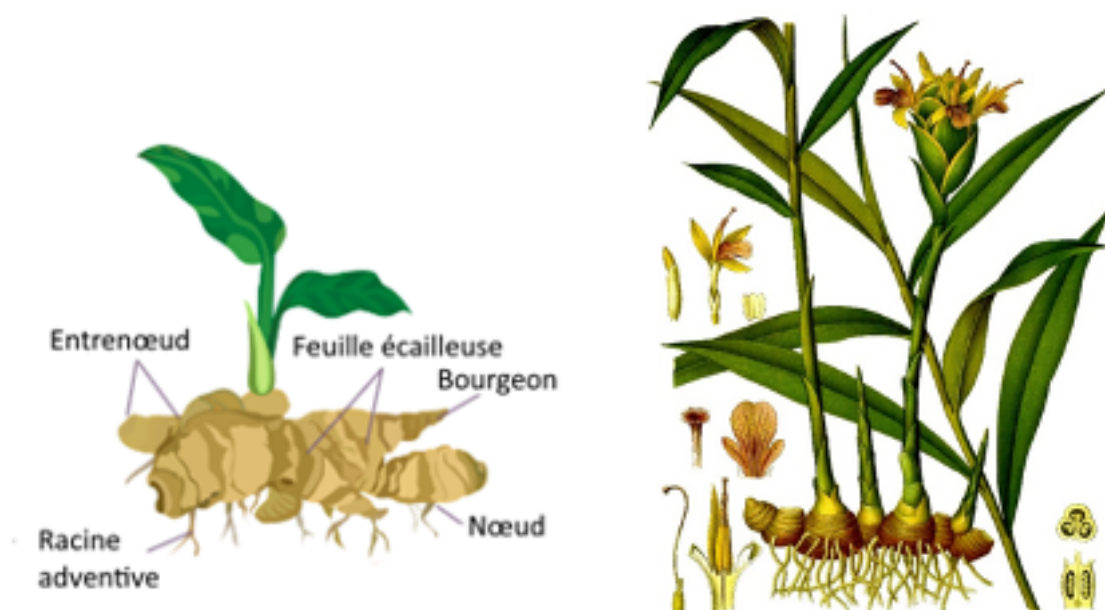


Figure 1 : Morphologie du gingembre (crédits images : à gauche – [Kozlova Elena](#) ; à droite – Köhler *et al.*, 1887)

Ces pseudo-tiges ne sont pas de véritables tiges, mais sont composées de gaines foliaires en masse serrée qui entourent la vraie tige. Les pseudo-tiges peuvent atteindre une hauteur de 60 à 120 cm, voire plus.



Figure 2 : Coupe transversale du gingembre frais (crédits images : à gauche – Sanjay Ach ; à droite – main de gingembre maturée, [Britannica](#))

Le gingembre développe des racines fibreuses qui s'étendent du rhizome au sol environnant. Ces racines aident à ancrer la plante et facilitent l'absorption des nutriments. Les jeunes pousses (pseudo-tiges) sont comestibles. Les feuilles sont disposées de façon alternée le long de la tige et présentent des nervures proéminentes. Elles peuvent atteindre 15 à 30 cm de long. Les plants de gingembre développent des grappes de fleurs appelées « inflorescences », qui poussent à partir de la partie inférieure de la pseudo-tige. Ces inflorescences se composent de bractées étroitement serrées, qui sont des feuilles modifiées qui encerclent les fleurs individuelles. Les bractées arborent souvent des nuances de vert ou de jaune et peuvent présenter des stries rose ou blanches. Les fleurs du gingembre proprement dites sont petites et tubulaires ; elles apparaissent généralement dans une teinte jaune clair alors qu'elles émergent des bractées situées à l'intérieur de l'inflorescence (Fig. 3).



Figure 3 : Plant de gingembre en fleurs (crédits image : [PlantVillage](#))





2

EXIGENCES
DE LA CULTURE

Dans cette section, nous fournissons une vue d'ensemble des conditions essentielles à la bonne culture du gingembre. En plus de favoriser des rendements élevés, ces conditions contribuent également à l'amélioration des moyens de subsistance et des revenus des agriculteurs. Plus fondamentalement, nous soulignons l'importance du recours à des pratiques agronomiques durables d'un point de vue environnemental du début à la fin du processus de production.

2.1. CLIMAT

2.1.1. ZONES CLIMATIQUES

Le gingembre s'épanouit dans des régions caractérisées par de fortes précipitations et un taux d'humidité élevé, généralement rencontrées dans les climats tropicaux et subtropicaux. Il aime tout particulièrement les sols bien drainés légèrement acides et enrichis en humus. Néanmoins, le gingembre peut également être cultivé avec succès dans des régions tempérées et subtropicales plus froides, moyennant les soins appropriés. La qualité, le rythme de croissance et le rendement dépendent fortement des conditions climatiques dominantes.

2.1.2. TEMPÉRATURE

Les températures idéales pour la production du gingembre sont comprises entre 19 et 28 °C. Le gingembre est sensible au gel et ne tolère pas les températures inférieures à 10 °C.

2.1.3. HUMIDITÉ RELATIVE

Le taux d'humidité relative idéal pour la production du gingembre est compris entre 70 et 90 %. Des thermo-hygromètres extérieurs et intérieurs sont facilement accessibles et largement utilisés pour surveiller ces deux variables. Ils existent en version numérique ou analogique.



Figure 4 : Appareil de mesure de la température et de l'humidité de faible coût (a),
et appareil de mesure de l'humidité du sol (b) (crédits images :
Thermo-hygromètre multifonctionnel Ibaste ;

2.2. LUMIÈRE ET OMBRAGE

Le gingembre pousse particulièrement bien dans les endroits partiellement ombragés. Il a besoin d'environ 4 à 6 heures d'ensoleillement indirect par jour. Il convient d'éviter d'exposer les plants de gingembre à la lumière directe du soleil, car cela risquerait de brûler les feuilles. Le gingembre préfère les endroits offrant 30 % d'ombre. Les hauts tunnels, construits par exemple avec du plastique, offrent suffisamment d'ombre, alors que la production de gingembre en champ nécessite une culture intercalaire avec des cultures de couverture appropriées pour abriter le gingembre (Tableau 7).

2.3. ALTITUDE

Le gingembre peut pousser à des altitudes comprises entre 300 et 1 500 mètres au-dessus du niveau de la mer. Des altitudes supérieures à 500 mètres offrent une productivité accrue, une altitude de 900 mètres étant optimale.

2.4. EAU

2.4.1. PRÉCIPITATIONS

Les précipitations optimales pour la production du gingembre s'élèvent à environ 1 500 mm par an. En général, le gingembre pousse particulièrement bien lorsqu'il reçoit entre 1 270 et 1 900 mm de précipitations par cycle de culture.

2.4.2. IRRIGATION

Une irrigation supplémentaire peut être requise pour le gingembre destiné à l'exportation et/ou pendant les épisodes de sécheresse pour la production locale alimentée par les pluies. Plusieurs systèmes d'irrigation sont disponibles. Vous trouverez plus d'informations à ce sujet plus loin dans la section consacrée à la gestion de l'eau.



Figure 5 : Exemples de système d'irrigation goutte à goutte pour la production du gingembre (crédits images : à gauche – [Nagzari](#) ; à droite – Khetibiz.com, Milind Kumar)

2.5. SOL

2.5.1. STRUCTURE

Un sol meuble et qui se draine bien est idéal pour la culture du gingembre.

2.5.2. TEXTURE

Pour un développement optimal et une taille optimale du rhizome, il est recommandé de cultiver le gingembre dans des sols argilo-limoneux et sablonneux, bien que la plante soit capable de s'adapter à différents types de sol.

2.5.3. PROFONDEUR

Le matériel (rhizomes semences bouturés) est planté à une profondeur de 3 à 5 cm, mais les racines fibreuses peuvent atteindre jusqu'à 30 cm de profondeur, en fonction de la variété.

2.5.4. PH

Un pH compris entre 5,7 et 6,5 est optimal, bien qu'un pH compris entre 5,5 et 8,5 offre des rendements respectables. Plusieurs kits de test commerciaux du pH du sol faciles à utiliser et abordables sont disponibles (Fig. 6).



Figure 6 : Exemple de kit de test courant bon marché du pH du sol (crédit image : Luster Leaf)

2.5.5. SALINITÉ

Pour une culture optimale du gingembre, il est préférable de maintenir la conductivité électrique (CE) du sol, qui indique son niveau de salinité, sous la valeur de 2 déciSiemens par mètre (dS/m). La productivité du gingembre est négativement affectée par des conditions salines, et plus particulièrement par des conditions sodiques.

2.6. NUTRITION

Les pratiques de gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS), y compris de gestion intégrée des nutriments (GIN), sont bénéfiques pour la production du gingembre. Le gingembre est une plante qui épuise rapidement les nutriments et requiert l'application de multiples nutriments en temps opportun. De manière générale, le gingembre prospère lorsqu'il reçoit un engrais bien équilibré qui répond à ses besoins en nutriments à différents stades de croissance. Certains symptômes de carence en nutriments sont décrits ci-dessous (Fig. 7 et Tableau 1). À noter qu'un diagnostic correct des carences en nutriments doit être établi par des analyses du sol et des tissus, dont les résultats doivent servir à formuler des recommandations correctes et spécifiques au site pour l'apport en nutriments.

Le gingembre a besoin des nutriments essentiels suivants pour une croissance et une production optimales :

- | | |
|-------------|-------------|
| — Azote | — Manganèse |
| — Phosphore | — Zinc |
| — Potassium | — Carbone |
| — Calcium | — Oxygène |
| — Magnésium | — Hydrogène |
| — Soufre | — Molybdène |
| — Bore | — Chlore |
| — Cuivre | — Sodium |
| — Fer | |

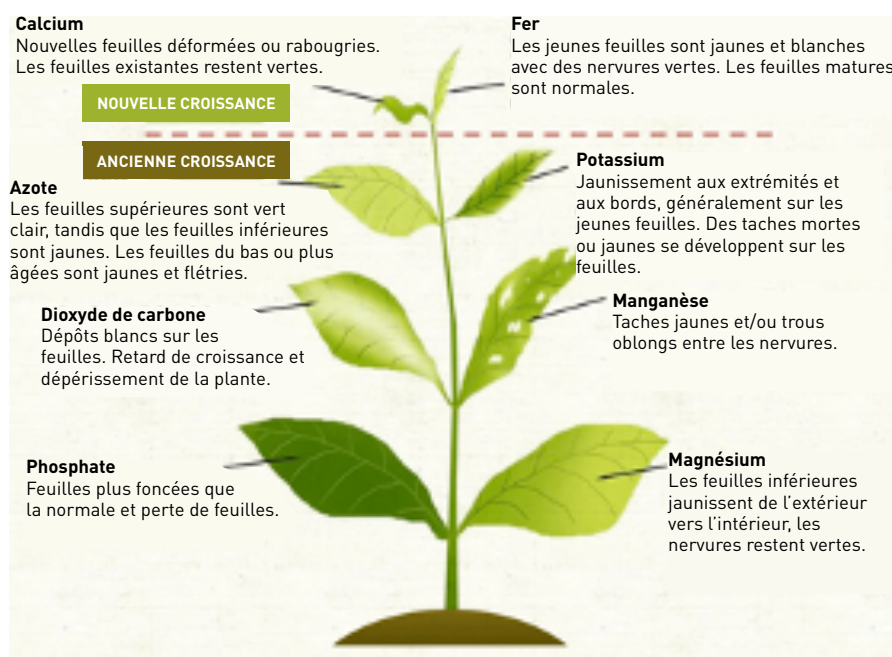


Figure 7 : Un guide simplifié des carences en nutriments pour le diagnostic de la plante

2.6.1. IDENTIFICATION DES CARENCES EN NUTRIMENTS ET MESURES CORRECTIVES POUR LE GINGEMBRE

Tableau 1 : Symptômes des carences en nutriments du gingembre, avec quelques exemples de recommandations générales

Azote (N) – Les feuilles plus âgées deviennent jaunes ou blanches — appliquez du sulfate d’ammonium ou de l’urée aux taux recommandés
Phosphore (P) – Les feuilles plus âgées deviennent violacées ou vert foncé utilisez du superphosphate ou de la poudre d’os aux taux recommandés
Potassium (K) – Les feuilles plus âgées développent des bords bruns ou jaunes — appliquez du sulfate de potassium ou du nitrate de potassium aux taux recommandés
Magnésium (Mg) – Les feuilles plus âgées présentent une chlorose internervaire — appliquez du sulfate de magnésium (par exemple, sel d’Epsom) aux taux recommandés
Fer (Fe) – Les jeunes feuilles présentent une chlorose internervaire — utilisez des engrais à base de chélate de fer (par exemple, sulfate de fer) comme pulvérisations foliaires ou amendements du sol
Zinc (Zn) – Les nouvelles feuilles présentent une chlorose internervaire — appliquez des engrais à base de sulfate ou chélate de zinc aux taux recommandés
Manganèse (Mn) – Les jeunes feuilles présentent une chlorose internervaire — appliquez des engrais à base de sulfate ou chélate de manganèse
Calcium (Ca) – Les extrémités de pousse et les jeunes feuilles présentent une nécrose — incorporez du gypse ou de la chaux agricole dans le sol
Soufre (S) – Les nouvelles feuilles deviennent jaune pâle — appliquez des engrais à base de soufre élémentaire ou de sulfate
Cuivre (Cu) – Les jeunes feuilles présentent une chlorose — appliquez des engrais à base de sulfate ou chélate de cuivre
Bore (B) – Les extrémités de pousse présentent une croissance anormale — appliquez des engrais à base de borax ou de bore
Molybdène (Mo) – Les feuilles présentent une chlorose internervaire — appliquez des engrais à base de molybdène
Nickel (Ni) – Les feuilles présentent une chlorose internervaire — appliquez des engrais à base de sulfate ou chélate de nickel
Silicium (Si) – Les feuilles deviennent faibles et abîmées — appliquez des engrais à base de silicium ou des pulvérisations foliaires
Chlore (Cl) – Les feuilles peuvent flétrir et développer une nécrose — veillez à une bonne irrigation et à un bon équilibre de nutriments

* Remarque : une carence en sodium est rare dans le gingembre, et un excès de sodium peut être nocif. Lutte contre la toxicité du sodium en améliorant le drainage et en utilisant des engrais sans sodium.

Le potassium s'avère être un facteur limitant important pour la production du gingembre. Il est essentiel de déterminer le type et la quantité appropriés d'engrais sur base de tests du sol. Il existe divers kits de test pour évaluer la fertilité du sol dans le champ (Fig. 8), mais des analyses chimiques réalisées dans des laboratoires certifiés fournissent des informations plus détaillées. La fréquence des applications d'engrais dans la culture du gingembre peut varier en fonction de facteurs comme la fertilité du sol, l'utilisation antérieure d'engrais, la santé des plantes et les conditions locales.



Figure 8 : Exemple de kit de test commercial portable de la teneur en NPK du sol
(crédits images : à gauche – Environmental Concepts ; au centre et à droite – Soil Savvy™)



Figure 9 : Symptômes des carences en potassium (à gauche) et en azote (à droite) du gingembre
(crédits images : Aries Agro Limited)

CHECK-LIST DES EXIGENCES GÉNÉRALES

- Le gingembre prospère dans les climats tropicaux et subtropicaux et a besoin de fortes précipitations pour pousser de manière optimale.
- Les régions subtropicales caractérisées par des températures et un taux d'humidité élevés se prêtent particulièrement bien à la culture du gingembre.
- Les régions de haute altitude avec des climats froids ou des périodes de gel prolongées sont généralement moins adaptées à la production du gingembre.
- Des tests du sol doivent servir de base pour déterminer les applications d'engrais et les amendements du sol, le respect du calendrier des besoins de la plante étant crucial.
- Il est important de maintenir un pH équilibré et d'apporter suffisamment de matière organique au sol.
- Des outils de test commerciaux et des laboratoires sont disponibles pour surveiller les variables clés telles que l'humidité et l'acidité du sol.
- Enfin, pour une bonne production du gingembre, il est essentiel d'assurer un apport adéquat en azote, phosphore, potassium, calcium, magnésium, fer, zinc, manganèse, cuivre et bore.







3

CHOIX DE PRÉ-
PLANTATION
POUR
LE GINGEMBRE

Les considérations pré-plantation pour le gingembre doivent inclure des pratiques durables ayant une incidence environnementale, sociale et économique positive.

3.1. BESOINS EN MAIN-D'ŒUVRE

Il est important d'accorder suffisamment d'attention aux tâches telles que la plantation, le désherbage, la lutte contre les ravageurs et les maladies, la récolte et les opérations post-récolte, et de prévoir une main-d'œuvre suffisante pour celles-ci. Il s'agit souvent d'activités à forte intensité de main-d'œuvre, qui doivent être planifiées.

3.2. CHOIX DE LA PARCELLE

3.2.1. HISTORIQUE DE LA PARCELLE

Avant de planter le gingembre, il est essentiel de choisir des champs qui ne sont pas contaminés par des substances telles que des effluents industriels, des déchets hospitaliers, des métaux lourds toxiques ou des pesticides. Par ailleurs, il est conseillé d'éviter d'utiliser des parcelles infestées de mauvaises herbes persistantes ou de maladies terricoles.

3.2.2. TRANSPLANTATION DES JEUNES PLANTS DE GINGEMBRE

Les jeunes plants de haute qualité, exempts de maladies, peuvent être transplantés environ 30 à 40 jours après la plantation initiale des rhizomes semences, ou une fois qu'ils atteignent une hauteur de 10-15 cm et ont développé des séries de feuilles multiples.

En préparation à la transplantation (dans de plus grandes parcelles ou dans le champ), assurez-vous que le site a été désherbé et que les éventuels débris végétaux ont été évacués. Il est également important de disposer d'une source d'eau facilement accessible qui ne soit pas contaminée par des microbes ou des métaux lourds pour l'irrigation, la fertigation et l'application de pesticides.

Lorsque vous choisissez une parcelle, il est recommandé de vérifier que le sol ne contient pas de métaux lourds ni de pathogènes causant des maladies telles que la pourriture du rhizome, la jaunisse fusarienne ou le flétrissement bactérien (*Pythium*, *Fusarium*, *Ralstonia*). Une série de kits de test commerciaux portables qualitatifs et semi-quantitatifs pour évaluer la teneur en métaux lourds du sol ou de l'eau sont disponibles (Fig. 10), et plusieurs laboratoires peuvent analyser la présence de pathogènes dans des échantillons de sol et de rhizome.



Figure 10 : Exemples de kit de test commercial de la teneur en métaux lourds du sol ou de l'eau
(crédits images : deux images de gauche – [Watersafe](#) ; deux images de droite – [Osumex](#))

3.2.3. ANTÉCÉDENTS DE CULTURE

La culture continue du gingembre est à éviter. Si un site de culture a un historique de contamination ou de présence de pathogènes, un test du sol doit être réalisé dans un laboratoire accrédité ou adoptant de bonnes pratiques de laboratoire, afin d'évaluer la présence de contaminants du sol inacceptables et leurs taux, et de définir des mesures d'atténuation à mettre en œuvre.

3.2.4. EXPOSITION AU SOLEIL

Lors de la recherche d'une parcelle nouvelle ou inutilisée adaptée à la culture du gingembre, il est primordial de connaître l'historique du site, afin de prévenir l'apparition de mauvaises herbes persistantes, de ravageurs et de maladies et d'accroître la productivité. Il est en outre important d'identifier et de combattre tout risque environnemental associé à la mise en place de nouvelles zones de plantation. Pour la production de gingembre, optez pour un emplacement ensoleillé, où le sol peut être stérilisé efficacement grâce à des périodes prolongées d'ensoleillement direct, idéalement 4 à 6 semaines avant la plantation des rhizomes semences.

3.2.5. TOPOGRAPHIE

Il est important de cartographier un champ de gingembre avant la plantation pour optimiser l'allocation des ressources, lutter contre les ravageurs et les maladies, rationaliser les opérations et permettre une surveillance et une évaluation efficaces. Il est déconseillé de planter dans des zones sujettes aux inondations ou dans des zones très pentues.

3.3. MATÉRIEL DE PLANTATION

Il y a trois façons de propager le gingembre : au moyen de graines, avec des rhizomes semences ou à l'aide de la technologie du bourgeon unique). Les graines de gingembre permettent de réaliser une division de rhizomes et une culture de tissus. Les cultivars commerciaux de gingembre étant généralement infertiles, la production de graines est rare (Fig. 11). Par conséquent, la majorité des plants de gingembre sont reproduits asexuellement à l'aide de morceaux de rhizomes semences ou « ensembles » (Fig. 11), desquels émergent des « bourgeons » en germination. L'absence de semences viables pose un défi dans les programmes de reproduction, étant donné qu'elle empêche la production de descendants hybrides pour la résistance aux maladies et la capacité d'adaptation à différents environnements (Prasath *et al.*, 2023). C'est en partie pour cette raison que seul un nombre relativement limité de variétés de gingembre existent à l'échelle mondiale.

Vérifiez bien la certification et les permis de la pépinière lorsque vous achetez des jeunes plants (ou des ensembles de rhizomes/semences). Évitez d'obtenir du matériel de plantation provenant de zones affectées par des maladies. Les autorités de vulgarisation locales pourront vous conseiller du matériel de plantation de qualité.



Figure 11 : Graines de gingembre (à gauche) et rhizome (à droite)
[crédits images avec autorisation : Rajender Kumar Nitin Kumar ; Abayomi, 2023]

La culture de tissus à partir de semences ou de rhizomes est une technique de propagation moderne utilisée pour multiplier le matériel de plantation du gingembre efficacement et sans maladies, bien qu'elle soit peu utilisée. Elle consiste à stériliser les semences/rhizomes et à cultiver leurs tissus dans un environnement de laboratoire contrôlé en utilisant des milieux de croissance riches en nutriments. Le processus commence par l'extraction d'explants, généralement des embryons ou des tissus méristématiques, qui sont ensuite placés dans des récipients de culture stériles. Ces tissus sont exposés à des hormones comme des auxines et des cytokinines afin de stimuler la division et la différenciation cellulaires, ce qui entraîne la formation de plantules. Cette méthode permet une multiplication rapide de plants de gingembre génétiquement uniformes et exempts de maladies, ce qui garantit un matériel de

plantation de haute qualité. La culture de tissus est particulièrement utile pour répondre aux exigences de production à grande échelle et relever des défis tels que la disponibilité limitée de rhizomes semences sains et la sensibilité aux pathogènes dans les méthodes de propagation traditionnelles.

3.3.1. STIMULATION DE LA GERMINATION, BOUTURAGE ET PRÉ-TRAITEMENT DES RHIZOMES SEMENCES POUR LA PRÉVENTION DES RAVAGEURS/MALADIES

Les rhizomes de gingembre passent naturellement par une période de dormance, durant laquelle ils restent inactifs ou connaissent une germination retardée. Il est important de sélectionner du matériel de plantation sain, qui ne présente pas de signes de présence de ravageurs et de maladies, mature, ferme et qui ne soit pas séché ou flétri. Séchez les rhizomes à l'air libre avant la plantation afin de prévenir l'humidité excessive et la pourriture. Cela augmentera les taux de survie des jeunes plants. Pour la production traditionnelle, les rhizomes semences doivent avoir 2 ou 3 bourgeons en croissance dans des ensembles de 5 cm pesant environ 30 à 60 g et pas plus petits qu'un pouce (2,5 cm). Ils ne peuvent pas être trop jeunes pour prévenir les maladies et promouvoir la vigueur des plants.



Figure 12 : Matériel de plantation flétri et en germination (source : adapté de agro4africa.com)

Les rhizomes semences sont trempés dans de l'eau propre pendant 10 à 12 heures afin de stimuler la germination. Ils peuvent être trempés dans une solution fongicide, insecticide et/ou nématocide à base de cuivre conformément aux directives du fabricant et en respectant les homologations locales des produits. Les rhizomes sont ensuite égouttés, séchés à l'ombre (la lumière directe du soleil affecte négativement les rhizomes) et maturés (Fig. 13) pendant quelques jours avant la plantation.



Figure 13 : Séchage et maturation des rhizomes après trempage
(source : COLEAD ; Raffie et Mullins, Virginia State University)

3.3.2. PROPAGATION PAR BOURGEON UNIQUE

Les jeunes plants de gingembre peuvent également être élevés dans une pépinière à l'aide de la technologie du bourgeon unique (Single Bud Technology, SBT). La source et la qualité du milieu doivent être confirmées avant l'achat. Afin de réduire les coûts, des matériaux et des technologies de compostage disponibles localement peuvent être utilisés pour préparer le terreau. La source et la qualité du milieu doivent être confirmées au préalable en cas d'achat.

Une fois que les bourgeons de gingembre ont germé et que les pousses ont atteint une longueur appropriée, les sections de rhizome germées ou les bourgeons individuels peuvent être traités afin de stimuler la croissance. Cela peut s'effectuer à l'aide du bouturage de rhizome, qui consiste à diviser les sections de rhizome germées en plus petits morceaux afin de maximiser la quantité de matériel de plantation viable. Les rhizomes semences utilisés pour la SBT doivent être lavés à l'eau propre. Les rhizomes

à bourgeon unique peuvent être traités avec des (bio)pesticides ou des bioengrais (c'est-à-dire des inoculants microbiens/biostimulants) s'ils sont disponibles. Si vous utilisez des fongicides synthétiques, ils doivent être homologués pour une utilisation à des fins de lutte contre ce pathogène particulier. Préparez la solution fongicide en respectant le dosage recommandé. Après traitement, laissez sécher les rhizomes à l'ombre dans un espace aéré. Les bourgeons uniques peuvent être plantés dans des bacs remplis de milieux de croissance (Fig. 14).

Environ 20 jours après la propagation en pépinière, vous pouvez appliquer des traitements foliaires à base de micronutriments sur les jeunes plants, en utilisant un produit disponible localement.



Figure 14 : Matériel de plantation sous la forme de rhizomes de gingembre bouturés démontrant la préparation et la plantation pour la propagation par bourgeon unique (ci-dessus : propagation de rhizomes semences de gingembre, montrant la taille, la profondeur et l'espacement (crédits image : [Nurseylady.com](https://www.nurseylady.com)))



Figure 15 : Plantules propagés à l'aide de la technologie du bourgeon unique pour la multiplication du gingembre (crédits images : à gauche – ICAR-Indian Institute of Spices Research à Kozhikode ; à droite – Pro-Tray)

Une fois les rhizomes semences placés dans les bacs, il est important de les stocker dans un environnement aseptisé et bien aéré. Les bacs de jeunes plants doivent être placés à l'ombre, de préférence dans une serre, en veillant à ce qu'ils soient surélevés et loin des murs. Les conditions idéales pour encourager la germination et assurer une croissance constante des jeunes plants incluent le contrôle de la température et de l'humidité et l'application de traitements de pré-plantation appropriés. Après une croissance suffisante, les jeunes plants peuvent être transférés dans de plus grands récipients ou plantés directement dans le champ (Fig. 16).

Il est conseillé de transférer les jeunes plants de la pépinière à la zone de plantation le matin ou le soir pour éviter le stress thermique et/ou hydrique. Le véhicule utilisé pour le transport, le cas échéant, doit être propre et hygiénique et ne contenir que du matériel de plantation non contaminé.



Figure 16 : Rhizomes de gingembre et bourgeons uniques prêts pour la plantation en champ ou dans de plus grandes unités

Pour la transplantation, veillez à une préparation adéquate de la parcelle à l'aide d'une main-d'œuvre mécanisée ou manuelle afin d'ameublir le sol et de favoriser l'aération. Ensuite, à l'aide d'une truelle, creusez un trou équivalant à la profondeur et à deux fois la largeur de la motte de racines du plant de gingembre transplanté. Positionnez le plant de gingembre dans le trou. Le haut de la motte de racines doit se trouver au niveau de la surface du sol (Fig. 17). Évitez de planter à une trop grande profondeur, car les rhizomes ont besoin d'une exposition à l'air. Veillez également à ce que les bourgeons des rhizomes soient orientés vers le haut. Un espacement d'environ 20 à 30 cm est recommandé. Une fois le rhizome semence en place, rebouchez soigneusement le trou pour que les rhizomes soient bien couverts. Les rhizomes semences transplantés doivent être arrosés immédiatement. Cela aide à tasser la terre autour des racines et à atténuer le choc de transplantation.



Figure 17 : Plantation du gingembre (crédits image : [Practical Self Reliance](#))

3.4. GESTION DE LA PÉPINIÈRE

3.4.1. EMBLACEMENT DE LA PÉPINIÈRE

Pour propager votre propre matériel de plantation, un site de pépinière doit être choisi avec soin en fonction du drainage et de l'historique de la parcelle. Sélectionnez un emplacement ensoleillé où le sol peut bénéficier de périodes prolongées d'ensoleillement direct, de préférence 4 à 6 semaines d'affilée, pour favoriser l'assainissement du sol.

3.4.2. MESURES PHYTOSANITAIRES

Tenez compte de la présence historique de ravageurs et de maladies sur le site, ainsi que des zones de production voisines contenant des plantes sensibles aux ravageurs et aux maladies du gingembre. Pendant la préparation des jeunes plants dans une pépinière, il est crucial de préserver un environnement aseptisé et un équipement propre en gardant l'installation fermée pour prévenir l'entrée de ravageurs (comme des vers et des mangeurs de feuilles) et la propagation de spores de pathogènes par le vent ou les éclaboussures de pluie. Il est important de vérifier régulièrement l'uniformité des jeunes plants et la présence éventuelle de ravageurs et de maladies sur ceux-ci, et d'éliminer et d'incinérer rapidement tout jeune plant anormal. Inspectez également les plants pour vérifier qu'ils ne présentent pas de lésions imbibées d'eau de couleur gris cendré, ce qui est un symptôme de la maladie de la tache foliaire. Quelques plantes hôtes importantes à détecter dans la zone cible sont les suivantes :

- Les bananiers, en particulier ceux infectés par des ravageurs ou des maladies, peuvent attirer les nématodes, de minuscules ravageurs terricoles capables d'endommager les racines de gingembre.
- Les plantes de curcuma peuvent également servir d'hôtes pour certains des mêmes ravageurs et maladies. Si des plantes de curcuma voisines sont infectées, elles peuvent héberger des ravageurs et des maladies et les transmettre aux plants de gingembre.
- Les agrumes sont réputés attirer plusieurs ravageurs, comme les pucerons et les mouches blanches. Si des plants de gingembre sont plantés à proximité d'arbres porteurs d'agrumes, ces ravageurs peuvent migrer et infester les plants de gingembre.

- Les plantes légumineuses, comme les haricots et les pois, peuvent également servir d'hôtes pour des ravageurs comme les pucerons, qui peuvent transmettre des maladies virales au gingembre.
- D'autres plantes de la famille des *Zingiberaceae*, dont le curcuma, le galanga et la cardamome, peuvent abriter des ravageurs et des maladies similaires.

Certaines espèces de mauvaises herbes s'avèrent servir d'hôtes de ravageurs et de maladies. Citons par exemple les souchets rond, difforme et comestible (*Cyperus rotundus*, *difformis* et *esculentus*). D'autres espèces de mauvaises herbes importantes incluent *Ageratum conyzoides*, connue pour héberger la pourriture du rhizome de gingembre causée par *Fusarium* spp., et *Eclipta prostrata* et le liseron des champs (*Convolvulus arvensis*) qui peuvent servir d'hôtes pour les nématodes à galles. Référez-vous au Tableau 6 pour en savoir plus sur l'identification des mauvaises herbes.

3.4.3. ÉQUIPEMENT DE PÉPINIÈRE DE BASE

- Des bacs ou récipients de germination de semences sont nécessaires pour contenir les rhizomes de gingembre en germination. Les bacs ou récipients sont généralement fabriqués en plastique, en bois ou dans d'autres matériaux composites. Les bacs doivent être munis de trous de drainage adéquats afin de prévenir l'accumulation d'eau.
- Un substrat ou terreau, comme de la vermiculite, de la perlite, du coir (fibre de coco) ou un mélange de terre et de matière organique, est requis pour créer un environnement de germination idéal. Le substrat doit promouvoir un bon drainage tout en retenant l'humidité, sans toutefois se gorger d'eau.
- Un fongicide ou un produit phytopharmaceutique organique peut s'avérer nécessaire pour traiter les rhizomes de gingembre ou les protéger des infections fongiques pendant la phase de germination. Suivez les instructions fournies avec le fongicide en question pour une bonne dilution et une application adéquate.
- Un long établi pour surélever les bacs.
- Un arrosoir, un équipement d'irrigation ou des asperseurs sont nécessaires pour préserver l'humidité des bacs ou récipients de germination. Cela aide à maintenir les taux d'humidité requis pour une bonne germination.
- Des outils de bouturage, comme un couteau aiguisé propre ou un sécateur, sont utilisés pour diviser les rhizomes en plus petites sections, en veillant à ce que chacune d'elles contienne un bourgeon bien développé.
- Des outils de plantation, comme une pelle, une truelle ou un plantoir, sont nécessaires pour planter les sections de rhizome germées ou les bourgeons individuels dans le champ.
- Un équipement d'irrigation incluant des lignes de goutte à goutte, des émetteurs, des connecteurs, des asperseurs et des tuyaux, est essentiel pour alimenter les plants de gingembre en eau.

- Des récipients de stockage sont nécessaires pour stocker les rhizomes de gingembre avant et après traitement. Veillez à ce que ces récipients soient bien aérés et à ce qu'ils puissent protéger les rhizomes des ravageurs et de l'excès d'humidité.
- Veillez à porter des équipements de protection, comme des gants et un masque, lorsque vous manipulez des produits chimiques, y compris des PPP, afin d'assurer votre sécurité personnelle.
- Des outils de mesure, comme un mètre ruban ou une règle, peuvent être utiles pour maintenir un espacement précis entre les plants de gingembre durant la plantation.



Figure 18 : Exemple d'échantillonneur de sol en acier inoxydable pour évaluer la qualité du sol des champs cibles (Penn Ltd)

- Serre froide avec 60 % d'ombre
- pH-mètre pour sol
- Échantillonneur de sol
- Hygromètre portable pour sol
- Thermo-hygromètre

Si vous utilisez l'irrigation pour une petite exploitation de 0,5 à 10 Ha, envisagez également un kit de goutte à goutte ou d'aspersion, ou un tuyau d'eau de pluie et un système solaire avec raccords, réservoir de stockage des eaux de pluie et motopompe diesel ou essence portable pendant la planification pré-plantation. Le recours à l'irrigation pour compléter la production de gingembre alimentée par les pluies permet d'augmenter les rendements de gingembre et de prolonger les saisons de récolte et de commercialisation.

3.5. VARIÉTÉS DE GINGEMBRE

Les variétés de gingembre sont nommées en fonction de la localisation ou des régions où elles sont cultivées. Il existe environ 25 variétés de gingembre à travers le monde, caractérisées par la taille des rhizomes, le goût, l'arôme, l'âcreté, la couleur et la teneur en fibres. Diverses variétés portent des noms locaux ou régionaux, en fonction du pays producteur. Certaines variétés commerciales populaires cultivées dans les principaux pays producteurs de gingembre sont énumérées ci-dessous (Tableau 2). Il convient de noter que les pays producteurs de gingembre continuent à introduire des variétés supplémentaires provenant d'autres pays. Il est dès lors conseillé de consulter les services de vulgarisation agricole locaux et les conseils nationaux des semences lors de la sélection du matériel de plantation.

Tableau 2 : Variétés de gingembre locales dans les principaux pays producteurs de gingembre

PAYS	VARIÉTÉ DE GINGEMBRE/NOM LOCAL
INDE	Nadia (aussi connu comme Maharashtra Ginger), Maran (aussi connu comme Coimbatore Ginger), Rio De Janeiro, Rio Grande, Suruchi, Himachal White, Suprabha Ginger
CHINE	Guangxi Yellow Ginger, Laiwu Ginger, Anqiu Ginger, Shandong Ginger, White Ginger, Jiangyou Ginger, Hainan Ginger, Yunnan Ginger
NIGERIA	Yasu biri (gingembre noir) et Tabin giwa (gingembre jaune) Autres noms locaux de ceux-ci : Igbo-Ora Ginger, Kaduna Ginger, Jos Ginger, Enugu Ginger, Gombe Ginger, Awka-Etiti Ginger, Kano Ginger, Atose, Benue, Nsukka Ginger
INDONÉSIE	Banten Ginger, Java Ginger, Bali Ginger, Sumatra Ginger, Lombok Ginger, Aceh Ginger
NÉPAL	Sankhuwasabha Ginger, Rasuwa Ginger, Lamjung Ginger, Dhading Ginger, Sindhupalchok Ginger, Sundar, Khasi Pauwa, Goljamuna, Gorkha, Bhairung Ginger
THAÏLANDE	Sriracha Ginger, Chiang Mai Ginger, Ayutthaya Ginger, Lopburi Ginger, Suphanburi Ginger, Khaoma Ginger, Nonthaburi Ginger, Ratchaburi Ginger, Surat Thani Ginger
BRÉSIL	Hawaiian Yellow, Brazilian Yellow, Amarelinho, Brazilian Red Ginger

D'autres variétés de gingembre comestibles rencontrées à travers le monde sont Jamaica, Canton, Beni Shoga, Burrito, Greater Galangal, Lesser Galangal, Light Galangal, Gari, Torch, Shell, Butterfly, Japanese, Mango, Red, y compris Globba (liste non exhaustive).

3.5.1. CLASSIFICATIONS

Le gingembre est généralement classé en fonction de son âcreté, qui peut être faible, moyenne ou élevée. Les petites et les grandes variétés sont principalement distinguées par l'épaisseur du rhizome et le niveau d'âcreté.



Figure 19 : Deux variétés commerciales chinoises de gingembre complètement différentes
(crédits image : Anna Frodesiak)

TOLÉRANCE ET/OU RÉSISTANCE AUX RAVAGEURS, FACTEURS ABIOTIQUES

Le génie génétique est actuellement la seule technologie disponible pour améliorer la résistance du gingembre aux pathogènes, mais ses progrès dans ce domaine sont limités (Jiang *et al.*, 2018). La performance globale d'une variété de gingembre peut être influencée par de multiples facteurs, comme le climat local, les pratiques de culture et les stratégies de gestion.

Certaines variétés de gingembre, distinguées dans des pays spécifiques, sont reconnues pour leur tolérance supérieure aux ravageurs et maladies présents localement par rapport à d'autres variétés.

MARCHÉS CIBLES

Comme souligné précédemment, les variétés de gingembre peuvent être produites pour la consommation locale ou destinées aux marchés d'exportation régionaux ou internationaux, comme l'UE. Les variétés locales sont souvent sélectionnées en fonction du matériel de plantation disponible, ainsi que de la demande et de la consommation du marché local. Le marché européen du gingembre bio ne cesse de croître, de même que les entreprises obtenant des certifications à la fois sociales et environnementales. Fairtrade International a développé une norme spécifique relative aux épices pour les organisations productrices à petite échelle qui sont responsables de la majeure partie de la production de gingembre à l'échelle mondiale.

Le Guangdong Ginger et le Yunnan Ginger sont des variétés chinoises largement commercialisées dans le monde entier. Les variétés de gingembre indiennes, comme le Coimbatore Large Ginger et le Himachal Ginger, sont commercialisés sur les marchés internationaux. Les variétés de gingembre népalaises, comme le Himchuli Ginger et le Palung Ginger, sont également populaires, tout comme les variétés de gingembre

indonésiennes Jember et Pontianak Ginger. Les variétés de gingembre du Nigeria, comme le Kaduna Ginger et le Gombe Ginger, sont elles aussi commercialisées sur les marchés internationaux. Le Pérou exporte le gingembre jaune et le Kedah Ginger. Les variétés de gingembre brésiliennes Amarelo et Rio de Janeiro sont également commercialisées, et le Viêt Nam exporte le gingembre jaune et le Hanoi Ginger.

Le bébé gingembre est blanc et rose (sans épiderme brun là où il est immature) et a un marché particulier. Il est unique en ce sens qu'il a le goût et le piquant complets du gingembre, mais qu'il ne contient pratiquement pas de fibres. Il est dès lors populaire pour le saumurage et d'autres industries de conserves alimentaires à l'échelle internationale.

3.6. PÉRIODE DE PRODUCTION

La période de plantation idéale pour une région donnée dépend principalement des régimes pluviométriques prédominants et de l'altitude.

3.6.1. DIFFÉRENCES RÉGIONALES

Le gingembre est généralement planté après le début de la saison des pluies, sauf s'il est irrigué, auquel cas la plantation peut commencer plus tôt. Le Tableau 3 ci-dessous donne un aperçu des principales périodes de plantation et de récolte pour les grands pays producteurs de gingembre, bien que des variations locales puissent exister.

Tableau 3 : Principales saisons de plantation et de récolte pour les grands pays producteurs/exportateurs de gingembre

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Chine												
Inde												
Népal												
Indonésie												
Thaïlande												
Nigeria												
Bangladesh												
Philippines												
Vietnam												
Pérou												
	Principale saison de plantation											
	Haute saison de récolte											

En Chine, par exemple, les périodes de plantation et de récolte du gingembre varient en fonction des conditions climatiques de chaque région.

Période de plantation

- Chine du Sud (p. ex. provinces du Guangdong, du Guangxi et du Fujian) : de février à avril
- Chine centrale et orientale (p. ex. provinces du Jiangsu, du Zhejiang et du Hunan) : de mars à mai

- Chine du Nord (p. ex. provinces du Shandong et du Hebei) : d'avril à mai

Période de récolte

- Chine du Sud : d'octobre à décembre
- Chine centrale et orientale : de novembre à janvier
- Chine du Nord : de novembre à janvier

Le moment exact peut varier en fonction des conditions climatiques locales, de la variété spécifique de gingembre plantée et des pratiques agricoles adoptées. En règle générale, 8 à 10 mois s'écoulent entre la plantation et la récolte du gingembre. Dans certaines régions caractérisées par un climat plus doux, le gingembre peut être produit presque toute l'année.

3.7. ROTATION ET ASSOCIATION

3.7.1. OPTIONS DE GESTION SAINE DES CULTURES DE GINGEMBRE

En ce qui concerne les associations et les rotations bénéfiques pour le gingembre, diverses options existent pour améliorer la santé du sol, lutter contre l'apparition de maladies et ravageurs importants et optimiser les rendements (Tableau 4). En fonction des emplacements, il convient de prêter attention aux périodes de production spécifiques à ces plantes pour qu'elles soient compatibles avec le gingembre.

Tableau 4 : Exemples d'options potentiellement bénéfiques de culture intercalaire et de rotation des cultures pour la production du gingembre

CULTURE INTERCALAIRE	ROTATION
— Curcuma – le gingembre et le curcuma sont de la même famille et ont des besoins similaires en termes de sol et de climat, ce qui explique leur compatibilité. Prenez toutefois garde aux vecteurs de ravageurs et de maladies associés.	— Légumineuses (pois, haricots, lentilles, etc.) – les légumineuses ont des capacités de fixation d'azote ; elles enrichissent le sol en azote, ce qui bénéficie au gingembre et aux cultures suivantes.
— Ail – l'ail aide à repousser les ravageurs qui pourraient attaquer le gingembre, comme les pucerons et les acariens.	— Légumes-feuilles (épinards, laitue, chou kale, etc.) – ces légumes ont un système racinaire superficiel et poussent rapidement ; ils offrent ainsi une couverture du sol sans toutefois être en forte concurrence avec le gingembre pour les ressources.
— Oignon – l'oignon a un effet dissuasif naturel sur certains ravageurs et favorise la croissance du gingembre.	— Moutarde brune – la moutarde brune est réputée éliminer les populations de nématodes, ce qui peut s'avérer bénéfique pour la santé du gingembre.

CULTURE INTERCALAIRE	ROTATION
— Citronnelle – la citronnelle repousse les insectes et peut aider à dissuader les ravageurs courants du gingembre.	— Radis – les radis brisent la terre compactée, favorisent le drainage et aident à lutter contre les ravageurs et les maladies terricoles.
— Piments – les piments aident à repousser les ravageurs du gingembre, dont les nématodes.	— Patates douces – contrairement au gingembre, les patates douces sont plantées comme couvre-sols et contribuent à inhiber la croissance des mauvaises herbes tout en apportant de la matière organique au sol une fois récoltées.
— Moutarde brune – la moutarde brune agit comme un biofumigant naturel en éliminant les ravageurs et maladies terricoles dans le gingembre.	— Chou – le chou peut aider à repousser certains ravageurs qui affectent le gingembre, tels que les pucerons et les vers du chou.
— Coriandre – la coriandre attire plusieurs insectes utiles et contribue à améliorer la qualité du sol.	— Concombres – les concombres ont un système racinaire profond qui brise le sol, augmente la disponibilité des nutriments dans le sol et apporte de la matière organique au sol lorsque les plantes grimpantes se décomposent.
— Chou – le chou agit comme une culture piège, en éloignant plusieurs ravageurs du gingembre et en le protégeant des dommages.	— Tomates – les plants de tomate libèrent dans leurs racines des composants qui protègent contre les nématodes et améliorent la structure du sol.
— Haricots – les haricots sont des plantes fixatrices d'azote qui enrichissent le sol en azote, ce qui bénéficie à la croissance du gingembre.	— Carottes – la culture de carottes en rotation avec le gingembre peut aider à améliorer la structure du sol et à briser la terre compactée.
— Pois – comme les haricots, les pois fixent l'azote dans le sol et contribuent à améliorer la fertilité du sol.	— Oignons – les oignons ont un effet dissuasif sur certains ravageurs et maladies du gingembre, comme les thrips et les nématodes à galles.
— Carottes – les carottes ont un système racinaire superficiel qui n'entre pas beaucoup en concurrence avec le gingembre, ce qui permet la culture intercalaire.	— Betteraves – les betteraves sont une bonne culture de rotation, car elles aident à briser le sol et ajoutent de la matière organique une fois récoltées.
— Épinards – les épinards poussent rapidement et peuvent être récoltés avant de rivaliser avec le gingembre pour les ressources.	

CULTURE INTERCALAIRE	ROTATION
— Laitue – la laitue peut être récoltée tôt, ce qui permet aux plants de gingembre d’avoir plus de place et de lumière au fil de leur croissance.	— Brocoli – le brocoli peut aider à dissuader des ravageurs tels que les pucerons, les mouches blanches et les vers du chou, qui peuvent également affecter le gingembre.
— Céleri – le céleri est un répulsif naturel contre les ravageurs et a un effet dissuasif sur les insectes qui peuvent nuire au gingembre. Le céleri a un système racinaire superficiel et peut être cultivé en association avec le gingembre ; il offre une couverture du sol et prive les mauvaises herbes de lumière.	
— Basilic – le basilic repousse plusieurs ravageurs et attire certains insectes utiles, ce qui favorise un environnement de croissance plus sain pour le gingembre.	— Épinards – les épinards sont une excellente culture de couverture qui aide à éliminer les mauvaises herbes et à apporter de la matière organique au sol lorsque les résidus de culture sont labourés dans le sol après la récolte.
— Menthe – la menthe a des exigences de croissance similaires à celles du gingembre et contribue à repousser certains insectes et ravageurs.	
— Tournesols – les tournesols servent d’appât naturel pour les pollinisateurs, qui sont également utiles aux plants de gingembre, bien que la production ne dépende pas directement de la pollinisation. Ils peuvent également servir de culture piège pour certains ravageurs en les éloignant du gingembre.	
— Œillets d’Inde – les œillets d’Inde repoussent les nématodes et autres ravageurs terricoles nocifs pour le gingembre.	
— Tomates – les tomates ont un effet dissuasif sur les ravageurs et peuvent fournir de l’ombre aux plants de gingembre en été.	
— Gombo – le gombo peut fournir de l’ombre au gingembre et a un système racinaire profond qui rivalise peu avec le système racinaire du gingembre.	

Les spécificités des rotations et des cultures intercalaires (voir Fig. 20) et leur durée dépendent de la région. L'adoption de ces stratégies de production fait partie intégrante d'une bonne lutte intégrée contre les ravageurs (LIR) ainsi que d'une stratégie de gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS) et soutient ainsi la gestion durable de la production du gingembre et les écosystèmes environnants.



Figure 20 : Techniques de culture du gingembre avec (en haut) et sans (en bas) culture intercalaire
(crédits images : [Iowa Agriculture Literacy - WordPress](#))

CHECK-LIST POUR LES CHOIX PRÉ-PLANTATION

- Veillez à la disponibilité d'une main-d'œuvre suffisante aux moments clés de la production, de l'entretien des cultures et de la récolte.
- Veillez à une bonne gestion de la pépinière.
- Sélectionnez des variétés adéquates compatibles avec les conditions agroécologiques et tolérantes aux principaux ravageurs et maladies, conformément aux demandes des marchés cibles.
- Vérifiez l'historique et la topographie de la parcelle et planifiez la culture intercalaire et la rotation des cultures.
- Tenez compte des différences locales et régionales en termes de saisons de production.
- Vérifiez la présence d'éventuels contaminants et les besoins en nutriments du sol ou des milieux de croissance.





4

PRÉPARATION
DE LA
PARCELLE

4.1. AMÉNAGEMENT PAYSAGER

Pour améliorer le paysage d'une exploitation de gingembre, envisagez d'incorporer des brise-vent, des haies, des clôtures, des coupe-feux et des sentiers bien définis. Ces éléments optimisent la culture, protègent les plantes, assurent la sécurité et créent un environnement organisé et visuellement attrayant.

Éliminez toute la végétation indésirable du champ. Assurez un bon drainage pour éviter la stagnation de l'eau dans les zones sujettes aux inondations. S'il y a des risques d'infiltration d'eau contaminée dans les champs de gingembre, préparez le sol pour empêcher l'entrée d'eau.

4.2. LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES

De nombreuses espèces de mauvaises herbes sont associées à la production du gingembre. Les plus courantes sont le souchet rond (*Cyperus rotundus*) et l'éleusine des Indes (*Eleusine indica*), aussi appelée « pied-de-poule » (Fig. 21). La fauche maintient un espace dégagé entre les plants de gingembre, ce qui réduit la concurrence pour les nutriments, l'eau et la lumière du soleil, tout en empêchant la propagation des graines de mauvaises herbes.



Figure 21 : Éleusine des Indes et souchet rond, deux mauvaises herbes courantes affectant la production du gingembre (crédits images : à gauche – [Wikipedia](#) ; à droite – [Acta Plantarum](#))

4.2.1. FAUCHE, PAILLAGE, DÉSHERBAGE MÉCANIQUE ET CHIMIQUE

Le paillage avec des matières organiques comme de la paille, du foin, des copeaux de bois ou des feuilles séchées présente plusieurs avantages. L'épaisseur de paillis recommandée est de 5 à 10 cm. Calculez le volume de paillis nécessaire en multipliant la surface totale de lits de gingembre par l'épaisseur souhaitée. Du paillis supplémentaire doit être ajouté initialement pour compenser l'éventuel tassement. Si vous achetez du paillis commercial, les fournisseurs donnent souvent des recommandations de couverture en fonction du produit et de l'épaisseur souhaitée.

L'utilisation de technologies de désherbage mécaniques implique l'utilisation de pelles, de fourches, de houes ou d'équipements motorisés ou non motorisés à assistance manuelle (Fig. 22 et 23). Le choix de la technologie dépend de l'échelle de production, des exigences du marché, de la main-d'œuvre et des technologies disponibles, ainsi que du niveau d'infestation de mauvaises herbes.



Figure 22 : Désherbage mécanique à l'aide de doigts de binage motorisés (crédits images : à gauche – Cioni et Maines, 2010 ; à droite – AgriFutures Australia)



Figure 23 : Désherbeurs motorisés adaptés au gingembre (crédits images : Kumari, 2022)

Le désherbage est essentiel pour réduire la concurrence pour les ressources, mais aussi pour limiter la présence d'hôtes de ravageurs et de maladies dans les champs de gingembre. Le désherbage manuel permet une élimination sélective des mauvaises herbes sans endommager les plants de gingembre. Des herbicides peuvent être utilisés pour lutter contre les mauvaises herbes avant l'émergence (pré-levée) ou après l'émergence de celles-ci (post-levée), en suivant les précautions et les taux recommandés.

4.3. PRÉPARATION DU SOL

- Il est recommandé de labourer le sol à une profondeur d'au moins 30 cm et de permettre l'exposition de la terre aux éléments. Créez des canaux de drainage dans les sols lourds afin de drainer l'eau excédentaire.
- La terre doit être enrichie juste avant la plantation en incorporant toute matière organique ou tout amendement nécessaire à ce stade. Pour le fumier mûr, il convient de s'y prendre un mois avant la plantation, tandis que le fumier frais doit être incorporé 2 à 4 mois avant la plantation pour obtenir de bonnes conditions de plantation.
- Pour réduire l'érosion du sol, évitez le labour excessif. Si la parcelle a une pente supérieure à 20 degrés, il est préférable d'éviter la préparation mécanique du sol.
- Sur les parcelles pentues, il convient de procéder à un labour de contour afin de prévenir l'érosion du sol.
- Avant de permettre à des tracteurs et d'autres machines de pénétrer sur la parcelle pour préparer le sol, assurez-vous qu'ils sont propres et exempts de saletés et de particules de terre provenant d'autres champs.
- Lors du hersage, préparez le champ en une pente légère en labourant 2 ou 3 fois après les premières pluies.

4.3.1. ASSAINISSEMENT

La solarisation du sol est une technique bénéfique pour assainir les champs. Il est conseillé d'appliquer cette technique avant la plantation et pendant les périodes prolongées de temps sec et ensoleillé. Cette méthode est particulièrement utile dans les champs ayant un historique de pourriture du rhizome. Pour commencer le processus de solarisation, évacuez tous les matériaux végétaux, débris et mauvaises herbes de la zone de plantation. Préparez le sol en l'ameublissant avec un motoculteur ou une fourche ; cela favorisera l'aération du sol et la pénétration de la chaleur.



Figure 24 : Exemple de solarisation du sol pour la lutte contre les nématodes et le flétrissement bactérien

(crédits images : à gauche – Hagan *et al.*, 2021 ; à droite – Horita *et al.*, 2023)

Pour solariser des lits surélevés ou des billons, saturez le sol en eau à une profondeur d'environ 30 cm par irrigation ou par alimentation en eaux de pluie. Recouvrez la zone d'une bâche en polyéthylène transparente (si disponible et abordable) et exposez-la à la lumière du soleil pendant 4 à 6 semaines. Il est conseillé d'utiliser un paillis en plastique stabilisé aux UV d'environ 1 ou 2 mm d'épaisseur pour une plus grande durabilité. Fixez les bords de la bâche en plastique dans le sol à l'aide de pierres, de planches ou de buttes pour piéger la chaleur et créer un environnement semblable à une serre. Pour lutter efficacement contre les ravageurs et les maladies, la température à l'intérieur de la bâche pendant la solarisation doit atteindre 40 à 45 °C.

La solarisation du sol favorise la minéralisation de la matière organique et augmente ainsi la disponibilité des nutriments dans le sol, ce qui profite à la croissance des plantes. Après la solarisation, retirez la bâche en plastique pour prévenir toute recontamination. Laissez refroidir le sol naturellement avant la plantation et amendez-le avec de la matière organique ou du compost si nécessaire. Pour de plus amples informations sur les amendements du sol, reportez-vous à la section suivante.

Il convient de noter que la solarisation peut ne pas éliminer complètement tous les ravageurs et maladies terricoles, en particulier ceux qui ont des stades de vie résistants ou profonds. Il est par conséquent conseillé d'intégrer la solarisation à d'autres bonnes pratiques agricoles, telles que la rotation des cultures, l'utilisation de cultivars résistants aux maladies et l'application de mesures d'assainissement.

4.4. AMENDEMENTS DU SOL AVANT LA PLANTATION

Il est important d'évaluer l'état du sol avant la plantation. Les critères d'évaluation incluent la salinité, l'acidité, la structure, l'humidité, la teneur en matière organique et la disponibilité des nutriments. Pendant le conditionnement du sol organique, il est également important de ne pas appliquer de fumier provenant de déchets humains sur le champ de gingembre.

4.4.1. CALCAIRE, FUMIERS ET FERTILISATION

- Pour améliorer le drainage et prévenir l'engorgement dans un sol lourd ou argileux, ajoutez du sable grossier ou de la perlite. L'ajout de 2 à 4 tm/Ha de sable grossier ou de perlite peut être recommandé. Dans certains cas, l'application d'un herbicide de pré-levée peut s'avérer nécessaire.
- Pour améliorer la structure et la fertilité du sol, l'incorporation d'environ 10 à 20 t/Ha de fumier mûr ou vieilli à une profondeur de 5 à 10 cm peut être recommandée. Envisagez l'intégration d'amendements du sol organiques, comme de la poudre d'os, des coquilles d'œuf, des émulsions de poisson, des extraits d'algues ou des poudres de roche, pour améliorer la fertilité du sol. Ces amendements peuvent apporter un plus large éventail de nutriments aux plants de gingembre.
- Pour les champs ayant un historique de pourriture du rhizome et d'infestation de nématodes, l'application de tourteau de neem à un dosage de 2 t/Ha durant la plantation peut être recommandée.

- Avant de planter des rhizomes de gingembre, l'application d'un engrais équilibré comme du NPK (azote, phosphore et potassium) à un dosage d'environ 28 à 57 g par semence ou environ 9 kg/Ha peut s'avérer utile. Il peut par exemple être recommandé d'utiliser un ratio d'engrais équilibré de 10-10-10 ou 14-14-14. Ajustez les niveaux d'engrais en appliquant du fumier organique, du compost ou des engrais verts.
- Pour ajuster le pH du sol, appliquez du calcaire ou de la cendre de bois en fonction des résultats de l'analyse du sol. En règle générale, environ 2 à 4 t/Ha sont nécessaires pour ajuster le pH de 0,5 unité. Surveillez périodiquement le pH du sol.

Tableau 5 : Exemples d'amendements du sol pouvant être utilisés pour ajuster le pH du sol

AUGMENTER LE PH DU SOL	DIMINUER LE PH DU SOL
Chaux La forme varie en fonction du type de sol et du taux d'humidité. Pour un résultat optimal, appliquez de la chaux 2 ou 3 mois avant la plantation. Exemples de dosage : 11 kg/m ² pour les sols sablonneux, 31 kg/m ² pour les sols glaiseux, et environ 45 kg/m ² pour les sols argileux.	Compost, fumier, tourbe et paillis acide Efficaces mais agissent lentement. En fonction du type de matière, une augmentation initiale du pH du sol peut être observée.
Carbonate de potassium Il est plus hydrosoluble et peut être utilisé avec le système d'irrigation. Suivez les instructions du fabricant.	Sulfate d'aluminium Agit rapidement.
Cendre de bois Les cendres de bois augmenteront sensiblement le pH du sol au fil du temps. Elles sont particulièrement efficaces lorsqu'elles sont mélangées à un sol sablonneux. La cendre de bois améliorera le sol et la croissance des plants et est bien plus bénéfique que la chaux à cet égard. Elle peut toutefois endommager les jeunes plants et avoir une teneur élevée en métaux lourds ; évitez donc de l'ajouter directement sur les jeunes plants (MSU).	Soufre ou thiosulfates Agissent rapidement.
Bicarbonate de soude (ou bicarbonate de sodium) Le dosage est de 1 cuillère à soupe pour 3,8 litres d'eau. Les changements de pH peuvent apparaître dans les 24 heures. Évitez d'en appliquer une trop grande quantité.	Vinaigre (1-2 semaines) Peut être ajouté directement au sol ou versé dans le système d'irrigation.
Calcaire de coquilles d'huîtres, coquilles d'œuf Le calcaire de coquilles d'huîtres est organique et produit à partir de coquilles d'huîtres. Il peut être utilisé pour traiter une carence en calcium et pour augmenter en même temps le pH du sol. Il est facile à incorporer dans le sol et est sûr pour les personnes et les animaux. Les coquilles d'œuf sont elles aussi riches en calcium et constituent une solution écologique.	Sulfate de fer Efficace pour les sols argileux. .

CHECK-LIST POUR LA PRÉPARATION DE LA PARCELLE

- Veillez à un drainage efficace de la parcelle et atténuez les facteurs externes.
- Tenez compte de l'aménagement paysager, des pentes, des contours et de la configuration du champ pour prévenir l'érosion du sol et les perturbations pendant l'établissement, la croissance et le développement de la culture.
- Éliminez toutes les mauvaises herbes en utilisant des techniques de désherbage mécaniques ou chimiques.
- Solarisez si possible le champ afin de réduire les populations de pathogènes.
- Ajustez les propriétés du sol avec des amendements du sol sur la base des observations, de l'expérience et des tests.





5

PLANTATION
DU GINGEMBRE

Une fois que le matériel de plantation de qualité a atteint le stade de croissance approprié (Fig. 25), la transplantation peut avoir lieu à couvert dans de hauts tunnels, ou bien en plein champ. Pour planter, placez les rhizomes de gingembre directement sur les lits préparés au préalable, en les espaçant de 20 à 25 cm et en veillant à orienter les bourgeons vers le haut. Faites des trous pour transplanter les rhizomes semences. Enfoncez délicatement les rhizomes dans le sol pour qu'ils soient bien en place et soutenus.

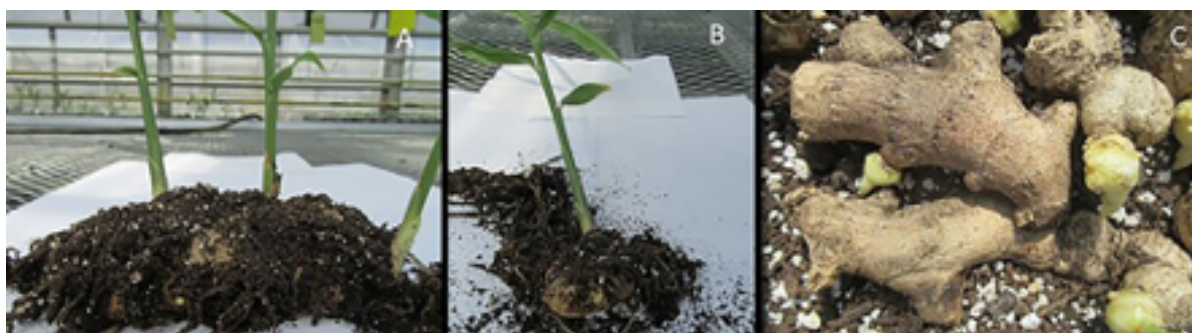


Figure 25 : a. Jeune plant de gingembre à pousses multiples ; b. Jeune plant de gingembre à pousse unique ; c. Section de rhizome semence (crédits images : [Marsh et al., 2023](#))



Figure 26 : Bac de rhizomes semences (crédits image : Shyka, P.)



Figure 27 : Plantation manuelle de rhizomes de gingembre dans le champ sur des lits surélevés (en haut), et en pleine terre (en bas) (crédits image : Farmers Trend, Kenya, 2023)



Figure 28 : Plantation manuelle du gingembre dans le champ (crédits images : <https://cms.ctahr.hawaii.edu/gingerwilt/Ginger>)

5.1. MÉTHODE DE PRÉPARATION DU SOL

Il existe deux méthodes courantes de préparation du sol pour la culture du gingembre : la méthode des lits plats et la méthode du billonnage ou des lits surélevés, à l'aide de moyens manuels ou mécaniques. Il est essentiel de préparer le sol et de s'assurer qu'il est exempt de ravageurs et de mauvaises herbes, bien drainé et nourri.

5.1.1. MÉTHODE DES LITS PLATS



Figure 29 : Préparation mécanique du sol pour la production de gingembre sur lits plats
(crédits images : asiafarming.com)



Figure 30 : Préparation mécanique du sol pour la production de gingembre sur lits plats
(crédits image : Panama Trading Corporation, 2017)



Figure 31 : Préparation manuelle du sol pour la production de gingembre sur une pente (crédits image : pentes de l'exploitation Narogiovoce, Conway School)

5.1.2. MÉTHODE DU BILLONNAGE/DES LITS SURÉLEVÉS

Créez des billons ou lits surélevés en buttant le sol. Le sol doit être labouré au préalable, en formant des lits d'environ 15 cm de haut et 1 m de large espacés d'au moins 50 cm. Laissez des sentiers entre les lits pour faciliter l'accès. Les lits surélevés ou systèmes de billons et sillons sont bénéfiques pour la croissance du gingembre ; ils favorisent l'exposition à la lumière du soleil, le drainage, l'aération et l'irrigation du sol, la lutte contre les mauvaises herbes, et l'accès aux plantes pour l'entretien et la récolte.



Figure 32 : Préparation à la plantation des rhizomes sur des lits surélevés (image : COLEAD)



Figure 33 : Préparation de lits surélevés pour la culture du gingembre (crédits image : [Agro4africa.com](https://agro4africa.com))

5.2. DENSITÉ

La densité de plantation varie généralement entre 30 000 et 40 000 rhizomes par hectare. Chaque rhizome pesant environ 25-30 g, à peu près 800 à 900 kg de matériel de plantation sont nécessaires pour un hectare de propagation de gingembre.

La quantité de matériel de plantation requise peut diverger en cas d'utilisation de la technologie du bourgeon unique (Single Bud Technology, SBT). Le poids moyen d'un bourgeon unique ou d'une section germée utilisé(e) pour la plantation avoisinant 5 à 10 g, environ 400 à 500 kg/Ha de matériel de plantation sont nécessaires dans ce cas (voir sections précédentes sur la SBT).

5.3. OUTILS ET MÉTHODES DE PLANTATION

5.3.1. OUTILS

Le matériel suivant est requis pour planter le gingembre à petite échelle (parcelle de 0,5 Ha) :

- Pelle ou bêche pour préparer le sol, creuser des tranchées et créer des trous de plantation.
- Râteau : utilisé pour niveler le sol et retirer les débris.
- Fourche pour ameublir la terre compactée.
- Mètre ruban ou règle pour assurer un espacement adéquat entre les plants de gingembre.
- Arrosoir ou tuyau pour l'irrigation durant le processus de plantation et l'entretien ultérieur.
- Grands fûts remplis à moitié d'eau propre.
- Sections de rhizomes semences propres et exemptes de terre de 3 à 5 cm de long.
- Sacs en polypropylène ou en maille propres.
- Gants de protection imperméables et équipement de protection individuelle, et bâtons solides pour mélanger le fongicide.

5.3.2. PLANTATION MÉCANIQUE

Là où des charrues tirées par des animaux sont utilisées pour aider à la plantation, une couverture manuelle des rhizomes est quand même nécessaire. Si vous utilisez des tracteurs, les sections de rhizome placées doivent être couvertes d'un disque inversé. Enfoncez délicatement les rhizomes semences dans le sol sur les billons, puis arrosez bien les lits pour tasser la terre autour des rhizomes, en veillant à ce que l'eau atteigne la profondeur des rhizomes (5-10 cm). Vérifiez l'humidité du sol à l'aide d'un hygromètre pour sol ou au moyen d'une inspection manuelle. Si le sol est sec, arrosez les lits. Pendant les périodes de chaleur et de sécheresse, les plants de gingembre peuvent nécessiter un arrosage tous les 2 ou 3 jours.

5.3.3. PLAN DE PLANTATION ET ESPACEMENT

Dans la culture traditionnelle alimentée par les pluies, les rhizomes semences sont espacés d'environ 25 à 30 cm entre les plants et 60 à 75 cm entre les lits (s'ils ne sont pas semés à plat). Environ 3 à 6 semaines après la plantation, la pousse peut sortir de terre, à condition que le sol soit humide. Pour la plantation à partir de bourgeons uniques, utilisez un espacement de 30 cm entre les plants d'un même rang et de 45 à 75 cm entre les rangs pour un bon drainage et une bonne aération.



Figure 34 : Lits surélevés couverts de pailis pour la production du gingembre – 15 cm de haut sur 1 m de large, avec un espacement de 50 cm entre les lits (source : [FarmIndia](#))

5.3.4. ORIENTATION

L'orientation et la densité de plantation dépendent de la pente du terrain et du type de sol. Durant la plantation, orientez toujours les rhizomes de façon à ce que les bourgeons soient dirigés vers le haut pour que les pousses émergentes poussent vers la surface du sol.



Figure 35 : Gingembre poussant sur des lits surélevés/billons séparés par des canaux de drainage (crédits image : [FarmIndia](#))



Figure 36 : Récolte du gingembre dans une serre en vue de la transplantation (crédits image : Freedom Farm, Polly Shyka)



Figure 37 : Pousses de gingembre prégermées ([source](#) : COLEAD)

CHECK-LIST POUR LA PLANTATION

- Veillez à ce que les outils et l'équipement de plantation soient désinfectés, y compris l'équipement de transport nécessaire pour transporter le matériel de plantation.
- Préparez le sol en fonction de la méthode de culture (lits plats ou surélevés) et prévenez l'engorgement si nécessaire.
- Veillez à la disponibilité de rhizomes semences de la bonne maturité et à ce que le climat soit propice à la plantation.
- Manipulez le matériel de plantation avec précaution pour éviter la contamination par des maladies et pré-traitez les rhizomes si nécessaire.
- Plantez en respectant la densité prescrite, sur des lits plats ou surélevés, et en utilisant l'espacement adéquat.





6

ENTRETIEN
DES CULTURES
APRÈS LA
PLANTATION

Après plantation, pendant la croissance et le développement de la culture de gingembre, il convient de porter une attention à l'humidité du sol, à la couverture du sol, à la gestion des nutriments, à l'émergence des mauvaises herbes et à la lutte contre les ravageurs et les maladies, pour assurer le bien-être des plants et optimiser les rendements.

6.1. GESTION DE L'EAU

Le gingembre ayant d'importants besoins en eau, il convient d'assurer un approvisionnement constant en eau tout au long de sa période de croissance. En ce qui concerne le rôle de l'eau pour l'absorption des engrais, des procédures d'arrosage adéquates sont essentielles ; un manque d'eau peut causer un stress de sécheresse et des carences en nutriments, tandis qu'un excès d'eau peut provoquer une perte de nutriments. Une irrigation complémentaire peut s'avérer nécessaire pour la production de gingembre alimentée par les pluies, et un drainage peut être requis dans des conditions humides et gorgées d'eau.

Les exploitations ou projets agricoles qui recourent à des étangs communautaires autour des zones de culture de gingembre peuvent récupérer et stocker des eaux de pluie pour l'irrigation (par exemple dans des citernes souterraines ou des réservoirs en plastique, voir Fig. 39), et établir des barrages submersibles dans les bassins versants proches des exploitations de gingembre afin de réapprovisionner les nappes phréatiques. Ces citernes et réservoirs peuvent faciliter l'utilisation opportune de l'irrigation goutte à goutte et aider à réduire le coût de l'eau nécessaire à l'alimentation de la culture.

6.1.1. IRRIGATION : QUANTITÉ, PÉRIODE, QUALITÉ DE L'EAU ET MÉTHODES

Les besoins en eau des plants de gingembre varient en fonction du climat, du type de sol et du stade de croissance. Pour déterminer les besoins d'arrosage, vérifiez le taux d'humidité du sol (manuellement ou à l'aide d'un hygromètre pour sol). Si la couche supérieure est sèche, il est temps d'arroser les plants. Si le sol est humide, il est recommandé d'attendre quelques jours avant d'arroser à nouveau. L'engorgement rend les plants plus sensibles aux infections et est donc à éviter.

Il est surtout important d'arroser pendant la plantation, les stades de plantule, le début de la formation des rhizomes (environ 90 jours après la plantation) et le développement des rhizomes (90 à 120 jours après la plantation). Une fois les plants entrés dans la phase de sénescence (après maturité), vous pouvez arrêter l'arrosage. En règle générale, les plants de gingembre nécessitent environ 2,5 à 5 cm d'eau par semaine. Pendant son cycle de culture, le gingembre a généralement besoin de 1 300 à 1 500 mm d'eau, en fonction des conditions du sol et météorologiques. Les sols sablonneux requièrent un arrosage plus fréquent, tandis que les sols argileux retiennent mieux l'humidité et doivent donc être arrosés moins souvent. Prévoyez une alimentation suffisante en eau tout au long du cycle de production.

Les producteurs doivent évaluer la source et la qualité de l'eau d'irrigation en termes de pH et de conductivité électrique (CE). L'eau d'irrigation doit idéalement avoir un pH compris entre 6,5 et 7,5 et une CE inférieure à 1 dS/m. Ajustez le pH si la source d'eau est très alcaline ou acide.

Il existe différentes méthodes d'irrigation des plants de gingembre, en fonction des ressources disponibles et de l'échelle de culture :

Irrigation par aspersion – adaptée à la culture du gingembre à grande échelle, cette méthode fournit une irrigation en hauteur en aspergeant l'eau sur les plants. Veillez à éviter tout mouillage excessif du feuillage pour prévenir les maladies fongiques.

Irrigation goutte à goutte (Fig. 38) – une méthode plus efficace qui fournit l'eau directement à la zone racinaire des plants. Elle préserve l'eau, limite la croissance des mauvaises herbes et permet une application précise de l'eau. L'irrigation goutte à goutte est particulièrement utile pour la culture du gingembre, étant donné qu'elle réduit l'évaporation et aide à prévenir la pourriture du rhizome et le flétrissement bactérien.

Irrigation par sillons – couramment utilisée dans les systèmes agricoles traditionnels, cette méthode consiste à creuser des tranchées peu profondes entre les rangs de gingembre et à faire en sorte que l'eau s'écoule dans les sillons. Elle peut ne pas être aussi efficace que l'irrigation par aspersion ou goutte à goutte et consomme beaucoup plus d'eau.

Arrosage à la main – adapté à la culture du gingembre à petite échelle ou aux zones dépourvues de systèmes d'irrigation. L'application d'eau peut se faire à l'aide d'un arrosoir ou d'un tuyau, en veillant à assurer une répartition uniforme autour des plants et à atteindre la zone racinaire.

Si la production de gingembre alimentée par les pluies est très répandue, les systèmes irrigués peuvent accroître la productivité, en particulier dans les régions exposées à la sécheresse. Des technologies alternatives comme les systèmes d'irrigation goutte à goutte solaires ou par gravité peuvent également être utilisées.



Figure 38 : Irrigation goutte à goutte dans un champ de gingembre (crédits image : <https://atouchofbusiness.com/startup-ideas/ginger-farm/>)



Figure 39 : Remplissage et stockage de l'eau sur exploitation dans un réservoir en plastique (crédits image : Wikimedia Commons)



Figure 40 : Champ de gingembre avec irrigation goutte à goutte (crédits image : [TNAU Agritech Portal](https://www.tnauagritechportal.com/))

6.1.2. DRAINAGE

Les sols sablo-limoneux ou glaiseux facilitent la percolation de l'eau et préviennent la formation de flaques autour des racines de gingembre. La plantation sur une pente ou le labour de contour éloigne l'eau excédentaire des plants, ce qui améliore le drainage. Sur un sol peu drainant, il est judicieux de former des lits surélevés ou des buttes pour élever la zone racinaire et favoriser le drainage de l'eau. L'ajout de matière organique améliore la structure et la porosité du sol, ce qui facilite le mouvement de l'eau et le drainage de l'eau excédentaire. Surveillez les taux d'humidité du sol pour prévenir la pourriture du rhizome due à un excès d'eau. Envisagez d'installer une infrastructure de drainage dans les régions sujettes à de fortes précipitations. Évitez les couches de paillis épaisses qui entravent le drainage. Les machines lourdes et la circulation à pied compactent le sol, ce qui compromet le drainage. Utilisez des lits surélevés et des sentiers pour limiter le compactage du sol.

CHECK-LIST POUR LA GESTION DE L'EAU

1. **Surveillance de l'humidité du sol :**

Vérifiez régulièrement les taux d'humidité du sol pour vous assurer qu'ils restent optimaux pour la croissance du gingembre. Un excès ou un manque d'eau peut entraîner de faibles rendements et des maladies.

2. **Établissement d'un programme d'irrigation :**

Établissez un programme d'irrigation basé sur les stades de croissance du gingembre. Les jeunes plants ont besoin de moins d'eau, tandis que les plants matures nécessitent une alimentation en eau constante et adéquate, surtout pendant le développement des rhizomes. L'utilisation de systèmes d'irrigation goutte à goutte est la méthode la plus efficace.

3. **Gestion du drainage :**

Veillez à un bon drainage pour prévenir l'engorgement et éviter ainsi la pourriture des racines et d'autres maladies. Des lits surélevés ou des buttes peuvent améliorer le drainage dans les sols lourds.

4. **Qualité de l'eau :**

Utilisez de l'eau propre exempte de contaminants et de pathogènes. Une eau très saline ou polluée peut endommager les plants de gingembre et affecter le rendement et la qualité.

5. **Paillage :**

Appliquez un paillis organique pour retenir l'humidité du sol, réguler la température du sol et réduire l'évaporation. Le paillage contribue également à inhiber la croissance des mauvaises herbes et à améliorer la structure du sol.

6.2. COUVERTURE DES SOLS

Un paillage régulier limite le développement des mauvaises herbes, accélère la croissance du gingembre et protège les jeunes plants des éléments. Il empêche les changements rapides de la température du sol en agissant comme une couche isolante. Cela favorise la croissance des racines de gingembre en maintenant le sol chaud par temps froid et froid par temps chaud.

6.2.1. PAILLAGE

Le paillage est important pour la culture du gingembre, car il aide à lutter contre le ruissellement de surface et à prévenir ainsi l'érosion du sol et le lessivage des nutriments. Il est particulièrement crucial sur les terrains en pente ou accidentés, particulièrement sensibles à l'érosion.

Le moment idéal pour pailler est 4 à 6 semaines après la plantation. Il existe de nombreux paillis biologiques, en fonction de l'environnement local ; par exemple, des déchets de canne à sucre, des feuilles de bananier ou de manguier (ou similaires) peuvent être utilisés, y compris des herbes, de la paille, des restes de plantes et des copeaux de bois. Le paillis est placé autour du plant en croissance. Une épaisseur de 8 à 10 cm est recommandée.



Figure 41 : Paillage des lits de semences pour le gingembre (en haut), et gingembre poussant dans du paillis (en bas) (crédits images : Pinterest)

6.2.2. BUTTAGE

Dans la production du gingembre, le buttage réduit l'exposition des rhizomes à la lumière du soleil, favorise le tallage et le développement des rhizomes et optimise l'apport d'engrais. Après 4 à 6 semaines, la tige de gingembre en germination doit avoir une base rose vif gonflée. À ce stade, buttez les plants avec environ 10 cm de terre et d'engrais. Répétez le buttage et la fertilisation toutes les 2 à 4 semaines. Buttez la terre du rang de plants périodiquement pour stimuler la croissance verticale des rhizomes et limiter leur croissance horizontale. La fréquence du buttage dépend de l'espacement des semences. Un buttage à l'émergence ou aux stades de développement précoces permet de mieux lutter contre les mauvaises herbes (Agronegocios La Grama S.A.C. ; Burke, 2012).

Le paillage et le buttage sont également importants pour la régulation de la température, le contrôle des mauvaises herbes, et les stratégies de lutte contre les ravageurs et les maladies. L'efficacité des mélanges de paillis varie. Les paillis peuvent favoriser la germination et la pourriture molle. Il convient donc de gérer soigneusement leur achat.

CHECK-LIST POUR LES STRATÉGIES DE GESTION GÉNÉRALES PENDANT LA PRODUCTION

- Adoptez des pratiques de paillage pour préserver l'eau et limiter l'émergence des mauvaises herbes.
- Labourez et buttez périodiquement, en plus d'assurer une fertilisation d'appoint au niveau des racines des plants.
- Prenez garde aux dommages causés par le gel, retirez et coupez les fleurs âgées et malades.
- Apprenez à identifier les principaux symptômes d'infection par des ravageurs et/ou des maladies.
- Inspectez périodiquement les plants pour détecter la présence de ravageurs et de maladies.
- Les pesticides organiques ou naturels peuvent être un dernier recours après l'échec d'autres méthodes de lutte.

GESTION DE LA FERTILITÉ DES SOLS ET DES NUTRIMENTS

Pour améliorer la santé du sol et optimiser l'efficacité de l'utilisation d'intrants, il est conseillé d'élaborer et de mettre en œuvre une stratégie de gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS). La GIFS implique l'utilisation combinée de variétés adaptées/améliorées, d'engrais chimiques, d'amendements organiques et de pratiques agronomiques optimisées pour améliorer durablement la fertilité des sols et la productivité des cultures. Cette approche maximise l'efficacité de l'utilisation des nutriments, améliore la santé du sol et promeut la durabilité agricole à long terme en intégrant des intrants organiques et inorganiques adaptés aux besoins spécifiques du sol et de la culture. Une partie de la GIFS consiste en l'élaboration d'un plan de gestion des nutriments pour faire en sorte que tous les nutriments requis soient apportés en temps utile à la plante.

Les plans de gestion des nutriments doivent être basés sur des analyses du sol et des plants, et les recommandations doivent tenir compte des principes de la gérance des nutriments 4B : bonne source, bonne dose, bon moment et bon endroit. Ces principes guident la gestion durable et efficace des nutriments dans l'agriculture. Choisir la bonne source d'engrais et appliquer la bonne dose, au bon moment et au bon endroit aide à optimiser l'utilisation des nutriments, à limiter l'impact environnemental et à améliorer la productivité de la culture.

Le gingembre a besoin de trois macronutriments essentiels pour sa croissance végétative : de l'azote et du phosphore pour la croissance des racines et la floraison, et du potassium pour la santé globale des plants et leur résistance aux maladies. Le gingembre a également besoin d'autres macronutriments secondaires, comme le calcium, le magnésium et le soufre, et de micronutriments tels que le molybdène, le fer, le manganèse, le zinc, le cuivre et le bore.

Des engrais commerciaux à base de macronutriments et micronutriments sont couramment utilisés pour apporter ces éléments aux plantes. Des sources organiques comme du compost ou des extraits d'algues peuvent être une alternative. Si vous appliquez des engrais organiques, assurez-vous toutefois bien qu'ils sont exempts de contaminants microbiens et chimiques.

Le moment d'application et la quantité d'engrais revêtent une importance cruciale. Un engrais à libération lente peut être incorporé dans le sol avant de planter les rhizomes de gingembre. Tout au long de la saison de production, l'application d'un engrais équilibré toutes les 4 à 6 semaines peut être recommandée à mesure que les plants grandissent.

De nombreux pays producteurs de gingembre négligent la fertilisation. Pour une croissance et un développement améliorés des rhizomes de gingembre, il est conseillé d'appliquer un amendement plus riche en calcium. Il est également recommandé de réaliser un test du sol avant d'appliquer des engrais afin de déterminer les teneurs en nutriments et le pH du sol. L'idéal est de consulter un agronome local pour établir un plan de gestion des nutriments spécifique au site avec les intrants disponibles localement. Si un test du sol ou des plantes n'est pas disponible, vous pouvez suivre des programmes de fertilisation généraux, mais ce n'est pas conseillé.



Figure 42 : Application de matière organique avant la plantation pour stimuler les rendements
(crédits image : Rob Abbas)

Exemple de programme d'engrais pour la fertilisation inorganique

Veillez noter que l'application d'engrais doit toujours être guidée par des analyses de sol spécifiques au site. Les exemples ci-dessous ne sont fournis qu'à titre d'illustration et ne peuvent être interprétés comme des recommandations aveugles.

Pré-plantation – les taux d'application NPK (azote, phosphore et potassium) recommandés pour la pré-plantation du gingembre varient en fonction des conditions du sol et de la teneur en nutriments. Il est important d'effectuer un test du sol avant de planter le gingembre afin de déterminer les besoins spécifiques en nutriments du sol. Soil testing will help fine-tune the application rates. Vous pouvez également incorporer de la matière organique ou du compost dans le sol avant de planter afin d'améliorer la fertilité générale du sol. Appliquez un engrais équilibré comme du NPK (azote, phosphore et potassium) avant de planter les rhizomes de gingembre. Le ratio d'engrais exact dépend de la formulation spécifique disponible, mais une recommandation courante est 10-10-10 ou 14-14-14, à raison de 50-80 kg/Ha de zone de production pour l'azote, de 40-60 kg/Ha pour le phosphore et de 60-80 kg/Ha pour le potassium. Incorporez l'engrais dans le sol, à l'endroit où le gingembre sera planté, avant de planter les rhizomes. En cas d'application de fumier organique, de compost ou d'engrais vert, les taux peuvent être réduits.

Au moment de la plantation – placez de petites quantités d'engrais dans le trou de plantation et mélangez avec le sol. L'engrais peut également être semé à la volée sur le sol et labouré dans le sol avant la plantation. Appliquez un engrais NPK riche en phosphore (par exemple, 12-24-12) pour stimuler la croissance des racines.

Deux à trois semaines après la plantation – après l'émergence des pousses, généralement 1 mois suivant la plantation, appliquez un engrais NPK riche en azote (par exemple, 20-10-10) ou en nitrate de calcium pour stimuler la croissance végétative.

Fertilisation d'appoint – une fois que les plants de gingembre ont émergé et ont commencé à pousser, appliquez un engrais d'appoint riche en azote. Cette fertilisation d'appoint peut avoir lieu environ 4 à 6 semaines après la plantation. Appliquez un engrais à plus forte teneur en azote, comme du sulfate d'ammonium (21-0-0), de l'urée (46-0-0) ou un engrais similaire à base d'azote. Appliquez l'engrais de manière uniforme le long des rangs, en évitant tout contact direct avec les rhizomes.

Fertilisation de mi-saison – environ 2 ou 3 mois après la plantation, appliquez à nouveau de l'engrais pour soutenir la croissance continue des plants. Utilisez un engrais équilibré ou un engrais légèrement plus riche en potassium (10-10-20) pour promouvoir le développement des rhizomes et le tallage. Une fertilisation à base d'azote est également recommandée pendant cette période de croissance afin de favoriser le tallage. **Fertilisation à base de potassium** – recommandée pendant le développement des rhizomes (4 à 6 mois après la plantation).

Exemple de programme d'engrais pour la fertilisation organique

Le régime d'engrais pour la production biologique de gingembre diffère des programmes de fertilisation conventionnels. Dans l'agriculture biologique, des sources organiques de nutriments sont appliquées pour répondre aux besoins nutritionnels de la plante. Les engrais organiques libèrent les nutriments plus lentement que les engrais synthétiques. Ils comptent sur l'activité microbienne du sol pour décomposer

la matière organique et alimenter les plants en nutriments au fil du temps. Il est essentiel de se concentrer sur le renforcement de la santé du sol grâce à des ajouts de matière organique, à une rotation des cultures et à d'autres pratiques d'agriculture biologique pour assurer la fertilité à long terme et la durabilité du sol. Dans la culture biologique, des engrais organiques sont utilisés.

- La quantité recommandée de fumier bien décomposé à utiliser sur un hectare de gingembre est de 10 à 20 tm/Ha, en fonction de facteurs tels que la fertilité du sol et les besoins en nutriments.
- Répartissez le fumier uniformément sur le champ et incorporez-le dans le sol avant la plantation ou pendant la préparation du sol.
- Pour la pré-plantation, incorporez de la matière organique comme du compost ou du fumier vieilli dans le sol à une profondeur de 5 à 10 cm sur toute la zone de production. En cas d'utilisation de lits surélevés, la matière organique peut être concentrée uniquement sur les lits.
- Assurez une fertilisation d'appoint avec des amendements organiques environ 4 à 6 semaines après la plantation, à raison de 0,5 à 1 kg/m² de zone de production.
- Réalisez une fertilisation organique de mi-saison environ 2 ou 3 mois après la plantation, en suivant les instructions du fabricant ou les directives de l'agriculture biologique.
- Du fumier de volaille et des émulsions d'algues ou de poisson peuvent également être utilisés pour obtenir de bons résultats.
- Les composts ou les engrais organiques utilisés doivent être des matières bien décomposées ou qui se décomposent activement, être exempts de pathogènes et contenir des concentrations relativement élevées de nutriments.

6.2.3. BONNES PRATIQUES DE FERTILISATION

Le concept de gestion des nutriments **4B** (bon moment, bon endroit, bonne source, bonne dose) sert de cadre précieux pour améliorer l'efficacité de l'utilisation des nutriments et réduire les impacts environnementaux.

Appliqué à la culture du gingembre, l'aspect « **bon moment** » concerne le moment de l'apport en nutriments. Il est primordial d'aligner celui-ci sur les différents stades de croissance des plants de gingembre, en veillant à ce que les nutriments soient administrés lorsque les besoins sont les plus criants. Généralement, le gingembre a besoin d'un apport en nutriments plus important pendant ses phases de croissance initiales et lorsque la formation des rhizomes commence.

La dimension « **bon endroit** » implique de diriger les nutriments vers la partie spécifique de la plante où ils sont les plus essentiels. Dans le contexte du gingembre, les nutriments doivent être administrés à proximité de la zone racinaire pour faciliter l'absorption optimale et réduire les pertes dans l'environnement. Des techniques comme l'application en bande ou localisée peuvent être utilisées pour atteindre efficacement cet objectif.

Sélectionner la « bonne source » signifie choisir des sources de nutriments adéquates.

Le gingembre requiert un mélange équilibré de nutriments vitaux (azote, phosphore et potassium) et de micronutriments. Des sources organiques, comme du compost, du fumier bien décomposé et des bioengrais, peuvent compléter les engrais synthétiques pour apporter des nutriments supplémentaires, améliorer la structure du sol, augmenter la capacité d'échange cationique du sol, et donc accroître l'efficacité de l'utilisation agronomique des engrais minéraux.

Le principe de la « bonne dose » implique d'appliquer les nutriments en utilisant le dosage adéquat. Il est impératif d'éviter tant la surapplication que la sous-application, car l'une comme l'autre peuvent entraîner des déséquilibres nutritionnels et réduire les rendements. Pour déterminer les besoins en nutriments des plants de gingembre, un test du sol est recommandé, et les engrais doivent être appliqués en conséquence. Là où c'est possible, des analyses de tissus foliaires peuvent également guider le plan de gestion des nutriments.

En suivant les principes de la gérance des nutriments 4B, les producteurs de gingembre peuvent s'assurer que leur culture reçoit les bons nutriments, dans les bonnes quantités, au bon moment et au bon endroit. Cela favorise une croissance robuste des plants et des rendements accrus et atténue le risque de pertes de nutriments et de contamination environnementale.

Les principes de la gérance des nutriments 4B, la gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS) et les concepts liés à l'efficacité agronomique et à l'efficacité de l'utilisation des engrais, se voient accorder de plus en plus d'attention dans les systèmes de production durables. Ces pratiques de GIFS et les approches de gestion intégrée des nutriments (GIN) sont vivement recommandées tout au long du processus de production du gingembre, de la pré-plantation à la récolte. Certaines pratiques pertinentes de gestion des nutriments applicables au gingembre sont les suivantes :

Applications fractionnées – divisez les applications d'engrais en plusieurs doses tout au long de la saison de production pour assurer un apport constant en nutriments.

Application en bande ou localisée – concentrez les engrais à proximité des racines de gingembre.

Moment des applications – appliquez des engrais lorsque les plants de gingembre poussent activement et évitez d'en appliquer durant la phase de dormance ou en cas de conditions météorologiques stressantes pour les plants.

Compléments à base de micronutriments – vous pouvez utiliser des engrais organiques ou synthétiques à base de micronutriments si vous observez des carences ou des déséquilibres en nutriments.

Rotation des cultures et cultures de couverture – incorporez des cultures rotatives ou des cultures de couverture pour améliorer la santé et la fertilité du sol et réduire l'épuisement des nutriments et l'accumulation de ravageurs et de maladies. Les cultures de couverture peuvent également améliorer la fixation d'azote, la teneur en matière organique et l'élimination des mauvaises herbes.

Renforcement de la matière organique du sol – en incorporant de la matière organique dans le sol.

CHECK-LIST POUR LA GESTION DU SOL ET DES NUTRIMENTS

- Des analyses du sol et des plants sont cruciales pour déterminer les carences et élaborer des plans de gestion des nutriments sur mesure.
- Apprenez à identifier les symptômes de carence en nutriments.
- Le paillage et le buttage sont importants pour la correction du sol et l'application d'engrais en temps opportun.
- Un plan de gestion des nutriments doit s'inscrire dans une stratégie globale de gestion intégrée de la fertilité des sols et tenir compte des principes de la gérance des nutriments 4B (bonne source, bonne dose, bon endroit, bon moment).

6.3. STRATÉGIES DE LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES

Les mauvaises herbes constituent l'une des plus grandes menaces pour les rendements des cultures de gingembre ; elles peuvent causer des pertes de production de plus de 80 % si elles ne sont pas contrôlées (Walsh *et al.*, 2022). Les mauvaises herbes hébergent des ravageurs et des maladies. Elles doivent être contrôlées pour prévenir la concurrence pour les nutriments du sol, l'humidité et la lumière du soleil, en particulier à une distance de 30 à 60 cm des plants de gingembre. Une série de bonnes pratiques sont disponibles en guise d'outils pour lutter contre les mauvaises herbes (lutte mécanique ou manuelle, culturale ou chimique).

Deux activités de désherbage sont généralement entreprises pendant le cycle de croissance (après le labourage et après la plantation), la première juste avant le deuxième paillage, la deuxième 45 à 60 jours plus tard. Il convient de veiller à ne pas exposer ou endommager les rhizomes semences pendant le processus de désherbage. Des mauvaises herbes courantes associées au gingembre qui augmentent l'apparition de ravageurs ou de maladies sont présentées ci-dessous (Tableau 6).

Tableau 6 : Exemples de mauvaises herbes courantes associées négativement au gingembre (source : [Weed Science Society of America](#))

TYPE DE MAUVAISE HERBE	IDENTIFICATION	COMMENTAIRES
Mauvaises herbes herbacées		Les mauvaises herbes appartenant à la famille des graminées (<i>Poaceae</i>) peuvent abriter divers ravageurs et maladies. Digitaires Brachiaria Échinochloa Ces mauvaises herbes peuvent héberger des insectes comme des sauterelles et des vers gris, qui peuvent également s'attaquer aux plants de gingembre.
		
		

TYPE DE MAUVAISE HERBE	IDENTIFICATION	COMMENTAIRES
Mauvaises herbes à feuilles larges		Les mauvaises herbes à feuilles larges peuvent elles aussi héberger des ravageurs et des maladies. Exemples : Amarante
		Chénopode blanc
		Pourpier Ces mauvaises herbes peuvent fournir un abri et une source alimentaire aux insectes, qui pourraient ensuite se déplacer sur les plants de gingembre.
Cypéracées		Mauvaises herbes cypéracées Souchet comestible
		Souchet rond Ces mauvaises herbes sont elles aussi problématiques. Elles peuvent héberger des nématodes à galles, qui sont connus pour attaquer les racines de gingembre et causer des dommages importants.

TYPE DE MAUVAISE HERBE	IDENTIFICATION	COMMENTAIRES
Ipomée	 The identification column contains three photographs of Ipomoea species. The top photo shows a large, green, heart-shaped leaf with prominent veins. The middle photo shows a vibrant purple flower with a white center. The bottom photo shows a bright blue flower with a white center, surrounded by green leaves.	Les espèces d'ipomée peuvent servir d'hôtes pour divers ravageurs et maladies, dont les nématodes et les mouches blanches. Ces ravageurs peuvent se propager ultérieurement sur les plants de gingembre.

TYPE DE MAUVAISE HERBE	IDENTIFICATION	COMMENTAIRES
Liseron		Le liseron, aussi appelé « ipomée sauvage », peut héberger des insectes et des maladies qui affectent le gingembre. Des pucerons et d'autres ravageurs peuvent s'y abriter puis migrer vers les plants de gingembre.
Ageratum		Cette mauvaise herbe à fleurs peut héberger des pucerons et des mouches blanches, qui sont des ravageurs courants du gingembre.

TYPE DE MAUVAISE HERBE	IDENTIFICATION	COMMENTAIRES
Amarante sauvage	  	Les espèces d'amarante sauvage peuvent abriter des pucerons, de petits insectes suceurs de sève qui peuvent transmettre des virus aux plants de gingembre.
<i>Cyperus spp.</i> (souchet)		À l'instar des cypéracées, le souchet peut héberger des nématodes qui sont susceptibles d'attaquer les racines de gingembre.

6.3.1. HERBICIDES CHIMIQUES

Pour lutter contre les mauvaises herbes dans la production du gingembre, il est possible d'utiliser des herbicides. Cependant, il est essentiel de choisir des herbicides explicitement approuvés et de respecter les instructions et les consignes de sécurité fournies. Les herbicides peuvent être appliqués soit avant la germination des graines de mauvaises herbes (pré-levée), soit après l'émergence des mauvaises herbes (post-levée). Il est essentiel d'éviter tout contact entre l'herbicide et les plants de gingembre pour prévenir les dommages. L'efficacité et la sécurité de la lutte chimique contre les mauvaises herbes dépendent de facteurs comme la bonne programmation, les techniques d'application et la sélection des herbicides. Il est dès lors essentiel de consulter un spécialiste local des mauvaises herbes pour obtenir des conseils sur la manière de contrôler des espèces de mauvaises herbes spécifiques et de sélectionner et d'utiliser les produits appropriés.

6.3.2. DÉSHERBAGE MÉCANIQUE ET MANUEL ET AUTRES STRATÉGIES DE DÉSHERBAGE CULTURAL

Désherbage manuel et élimination à la main – consiste à retirer physiquement les mauvaises herbes à la main ou à l'aide d'outils ; cette méthode nécessite une main-d'œuvre importante mais a le mérite d'être précise (elle cible les mauvaises herbes sans endommager les plants de gingembre).

Binage manuel et traitement herbicide localisé – des outils à main comme des houes ou des cultivateurs peuvent être utilisés pour le désherbage ciblé entre les rangs de gingembre. Le traitement herbicide localisé consiste à appliquer des herbicides de manière sélective sur des zones spécifiques infestées de mauvaises herbes, en évitant tout contact avec les plants de gingembre.

Rotation des cultures – la rotation du gingembre avec des cultures concurrentielles réduit les populations de mauvaises herbes et brise le cycle de vie des mauvaises herbes, ce qui profite à la santé et à la fertilité du sol.

Cultures de couverture – le fait de planter des légumineuses ou des graminées entre les rangs de gingembre permet d'instaurer une concurrence avec les mauvaises herbes pour les ressources, ce qui inhibe la germination des graines de mauvaises herbes, améliore la qualité du sol et offre un habitat aux insectes utiles.

Culture mécanique – l'utilisation de machines pour perturber la surface du sol et déraciner les mauvaises herbes est surtout adaptée à la production de gingembre à grande échelle, mais nécessite des précautions pour protéger le système racinaire superficiel du gingembre.

Gestion des résidus de culture – une élimination correcte des résidus de culture, comme les têtes des plants de gingembre et les feuilles, peut aider à appauvrir les banques de graines de mauvaises herbes. L'élimination adéquate des résidus de culture peut empêcher la réintroduction de graines de mauvaises herbes dans le champ pendant le cycle de culture suivant.

Désherbage thermique et biologique – un équipement spécial peut être utilisé pour un désherbage thermique contrôlé consistant à brûler les jeunes plants de mauvaises herbes. Le désherbage biologique consiste quant à lui à introduire des ennemis naturels, comme des insectes ou des pathogènes, pour éliminer les mauvaises herbes tout en surveillant les conséquences écologiques inattendues.

Un **espacement adéquat entre les plants de gingembre** est important pour une meilleure circulation de l'air, une pénétration de lumière accrue et une lutte efficace contre les mauvaises herbes. Un espacement correct réduit la concurrence des mauvaises herbes et facilite l'élimination ciblée de celles-ci au moyen d'un désherbage manuel ou via l'application d'un herbicide.

Des **toiles anti-mauvaises herbes**, aussi appelées « tissus paysagers », peuvent être placées autour des plants de gingembre. Ce textile sert de couche protectrice ; il obstrue la lumière du soleil et entrave la germination des graines de mauvaises herbes, ce qui prévient la croissance des mauvaises herbes. Cette méthode est particulièrement efficace lorsqu'elle est appliquée sur des lits (surélevés) de production de gingembre.

Pour prévenir la propagation des mauvaises herbes, il est essentiel d'appliquer de **bonnes mesures d'hygiène et d'assainissement**. Le nettoyage approfondi de l'équipement, des machines et des véhicules utilisés dans la production du gingembre empêche l'introduction ou la dispersion accidentelle de graines de mauvaises herbes. Il est crucial d'éliminer les mauvaises herbes avant qu'elles produisent des graines et de prévoir des zones exemptes de mauvaises herbes pendant la récolte et le stockage pour prévenir la contamination par des mauvaises herbes.

Le fait d'**encourager le partage de connaissances et la collaboration en matière de recherche** parmi les agriculteurs, les chercheurs et les services de vulgarisation promeut l'échange d'informations et le développement de pratiques agroécologiques innovantes adaptées à la culture du gingembre.



Figure 43 : Champ de gingembre bien désherbé (source : National Agricultural Advisory Centre, Ouganda)

CHECK-LIST POUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES

- Apprenez à identifier les mauvaises herbes.
- Le choix des outils et pratiques de désherbage dépend de facteurs tels que l'échelle de production, les ressources et technologies disponibles, les espèces de mauvaises herbes impliquées, la gravité de l'infestation, et des facteurs environnementaux.
- Une surveillance régulière, une intervention précoce et une combinaison de stratégies sont essentielles pour parvenir à des conditions exemptes de mauvaises herbes et maximiser le rendement et la qualité du gingembre.
- Une surveillance régulière des plants de gingembre et des populations de mauvaises herbes environnantes vous aidera à identifier les problèmes possibles à un stade précoce et à prendre des mesures appropriées pour éviter leur propagation.
- Il est important de contrôler toutes les mauvaises herbes, et au moins deux sessions de désherbage doivent être planifiées pendant le cycle de culture.

6.4. TAILLE

Élaguez les tiges aériennes à une hauteur de 30 cm pour favoriser une croissance plus touffue, retirez les feuilles cassées ou mortes, et élaguez les plants densément peuplés pour améliorer l'aération. Dans les régions sujettes au gel, rabattez les plants au sol. Les mauvaises herbes doivent toujours être éliminées. Lorsque les plants ont environ deux mois, le fait de couper une partie des racines favorise la croissance de nouvelles pousses, ce qui augmente le nombre de tiges pour le cycle de plantation suivant.

6.5. SURVEILLANCE ET GESTION DES RAVAGEURS ET DES MALADIES

Il existe de nombreuses associations culture-ravageur-maladie pour le gingembre, en fonction du pays, de la région de production et de la zone agroécologique. Parmi les principales maladies, citons la **pourriture des rhizomes de gingembre** (*Fusarium* spp., *Pythium* spp.), une préoccupation majeure pour les cultures de gingembre du monde entier. Des pathogènes fongiques, comme les espèces de ***Fusarium* et *Pythium***, peuvent infecter les rhizomes de gingembre et entraîner une pourriture, une décoloration et un dépérissement. La **pourriture molle pythienne** (*Pythium* spp.) peut affecter les rhizomes des plants de gingembre, provoquant une décomposition, un aspect visqueux et une odeur fétide. La **rouille du gingembre** (*Puccinia* spp.) est une maladie fongique qui affecte le feuillage des plants de gingembre. Elle provoque l'apparition de pustules brun rougeâtre sur les feuilles, ce qui peut entraîner une défoliation et réduire la capacité photosynthétique.

La **pourriture molle bactérienne** (*Erwinia* spp.) peut affecter les rhizomes de gingembre pendant le stockage ou après la récolte. Elle provoque un ramollissement, une odeur fétide et un aspect visqueux des rhizomes infectés.

Le **virus de la mosaïque jaune du gingembre** (Ginger Yellow Mosaic Virus, GYMV) est une maladie virale qui peut causer un jaunissement, des motifs mosaïques et un retard de croissance des plants de gingembre. Il peut réduire considérablement les rendements des cultures infectées.

Les **vers blancs** (*Holotrichia* spp. et *Leucopholis* spp.) sont d'importants ravageurs souterrains qui se nourrissent des racines des plants de gingembre, ce qui entraîne une absorption réduite des nutriments, un flétrissement et un déclin du plant. Certains de ces vecteurs de ravageurs et de maladies sont examinés dans les sections suivantes.

Les **nématodes à galles** ou nématodes des racines noueuses (*Meloidogyne* spp.) peuvent attaquer les racines des plants de gingembre et provoquer la formation de nœuds ou galles, un retard de croissance et une réduction de la vigueur des plants.

Le **foreur de pousses** du gingembre (*Conogethes punctiferalis*) est un insecte nuisible majeur qui affecte les cultures de gingembre dans diverses régions. Les larves forent dans les pousses de gingembre, ce qui provoque un flétrissement, un dessèchement et une réduction des rendements.

La **mouche du rhizome** (*Mylabris pustulata*) peut infester les rhizomes de gingembre, causant des dommages et réduisant la qualité et la valeur marchande du produit de la récolte.

Les **cochenilles** (*Aspidiella* spp., *Pinnaspis* spp.) sont des ravageurs courants qui peuvent infester les plants de gingembre, en particulier la face inférieure des feuilles et les rhizomes. Elles peuvent causer un jaunissement et un flétrissement et réduire la vigueur des plants.

Pour assurer la croissance saine des plants de gingembre, il est important de les inspecter régulièrement en vue de détecter d'éventuels signes de présence de ravageurs et de maladies. Cette inspection consiste à vérifier si les feuilles, les tiges et les racines ne présentent pas de symptômes inhabituels comme une décoloration, un flétrissement ou des malformations. Il est également utile de se familiariser avec les ravageurs communs du gingembre, tels que les pucerons, les cochenilles farineuses, les acariens et les nématodes à galles. Il est important de les identifier correctement avant de prendre des mesures de lutte. Familiarisez-vous également avec les maladies communes du gingembre, comme la pourriture du rhizome, le flétrissement bactérien et la jaunisse fusarienne. La reconnaissance des symptômes, comme la pourriture des rhizomes, le jaunissement des feuilles ou le flétrissement, peut aider à la détection précoce des maladies.

Vous pouvez planter des plantes répulsives telles que des œillets d'Inde, de l'ail ou du basilic à côté des plants de gingembre afin de repousser naturellement les ravageurs et de réduire leurs populations. Les pesticides organiques ou naturels ne sont à utiliser qu'en dernier recours, après l'échec d'autres méthodes de lutte. Suivez toujours scrupuleusement les instructions et n'appliquez des pesticides qu'en cas de nécessité.

Pour lutter contre les ravageurs, encouragez la présence d'insectes utiles, comme les coccinelles, les chrysopes et les acariens prédateurs, dans votre champ. Si vous avez des questions sur les ravageurs ou les maladies spécifiques affectant le gingembre dans votre région, il est conseillé de consulter les services de vulgarisation agricole locaux ou des experts, qui pourront vous guider. Enfin, la préservation d'un environnement de production sain et l'adoption de bonnes pratiques culturales permettront de réduire sensiblement les risques liés aux ravageurs et aux maladies du gingembre. Vous trouverez plus de détails sur la lutte spécifique contre les ravageurs et les maladies dans la section suivante.

La base de données de protection des cultures du COLEAD fournit des informations à jour sur les Bonnes Pratiques Agricoles (BPA) spécifiquement destinées à soutenir le secteur horticole des pays ACP. Les données fournies proviennent d'une combinaison de sources, notamment les essais de terrain des produits phytopharmaceutiques (PPP) du COLEAD, les données des fabricants de PPP et la littérature scientifique. La base de données de protection des cultures regroupe les limites maximales de résidus (LMR) fixées par l'UE et le Codex Alimentarius pour les principales cultures horticoles des pays ACP. Elle comprend également les bonnes pratiques agricoles (dose, intervalle entre les traitements, intervalles pré-récolte, etc.) qui garantissent le respect de ces LMR. Des informations supplémentaires telles que le type de pesticide, le statut d'autorisation de la substance active dans l'UE et 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 de protection des cultures du COLEAD est accessible [ici](https://resources.colead.link/fr/vue-substance-active-culture). (<https://resources.colead.link/fr/vue-substance-active-culture>)

Des informations à jour supplémentaires sur les LMR dans divers marchés cibles peuvent être consultées via la [boîte à outils pour l'homologation des pesticides de la FAO](https://www.fao.org/pesticide-registration-toolkit/information-sources/maximum-residue-limits/fr/). (<https://www.fao.org/pesticide-registration-toolkit/information-sources/maximum-residue-limits/fr/>)



A vertical strip on the left side of the image shows a close-up of ginger root, highlighting its knobby texture and light brown color.

7

LUTTE CONTRE
LES RAVAGEURS

7.1. STRATÉGIE DE LUTTE INTÉGRÉE CONTRE LES RAVAGEURS (LIR)

La lutte intégrée contre les ravageurs (LIR) est une approche holistique qui vise à limiter l'utilisation de pesticides et à accorder systématiquement la priorité à la santé à long terme et à la durabilité de la culture de gingembre. La stratégie de LIR pour le gingembre doit commencer par assurer un plant de gingembre sain et vigoureux en suivant les conseils ci-dessous :

- Adoptez des pratiques culturales qui stimulent la croissance saine des plants et réduisent la pression des ravageurs, comme le maintien d'un espacement correct des plants, une bonne gestion des nutriments, l'optimisation de l'irrigation et du drainage, et la mise en œuvre de cycles de rotation (et d'association) adéquats.
- Sélectionnez des variétés de gingembre appropriées adaptées au climat et tolérantes aux principaux ravageurs et maladies (si ces variétés sont disponibles).
- Veillez à ce que le matériel de plantation vienne de sources fiables et idéalement à ce qu'il soit certifié exempt de ravageurs et de maladies.
- Adoptez des pratiques respectueuses des pollinisateurs en prévoyant des plantes à fleurs et des sites de nidification et en limitant l'utilisation de pesticides pendant les périodes d'activité des pollinisateurs.
- Encouragez la présence d'insectes utiles et d'organismes capables de contrôler naturellement les ravageurs, comme des prédateurs, des parasitoïdes et des pathogènes. Créez des habitats pour les insectes utiles en entretenant des haies, en fournissant des plantes à fleurs et en évitant l'utilisation de pesticides à large spectre qui pourraient leur nuire.
- Évitez de planter sur des parcelles de gingembre récemment arrachées, en raison du risque de transmission de maladies.
- Choisissez des parcelles avec des sols profonds, bien drainés et à haute teneur en matière organique.
- Veillez à ce que la teneur en matière organique des sols soit élevée, en utilisant des fumiers, des composts et des paillis.
- Contrôlez les mauvaises herbes pour prévenir la concurrence pour les nutriments du sol et l'humidité, en particulier à une distance de 30 à 60 cm des plants de gingembre.
- Préparez correctement le sol avant la plantation.
- Il est également essentiel de dépister régulièrement les symptômes de ravageurs, d'ennemis naturels et de maladies pour comprendre l'état actuel des écosystèmes de culture et les tendances qui peuvent guider la prévision des problèmes liés aux ravageurs et aux maladies.
- Fixez des seuils à partir desquels des actions doivent être entreprises. Le seuil variera en fonction du ravageur en question, du stade de culture et de considérations économiques.

- Utilisez des pesticides si les populations de ravageurs dépassent le seuil d'action, en optant pour des pesticides spécifiques au ravageur ciblé et ayant un impact minimal sur les insectes utiles. Suivez toujours toutes les instructions figurant sur l'étiquette et utilisez des équipements de protection individuelle pour une utilisation sûre et efficace des pesticides.
- Ne procédez à des interventions chimiques que si tout le travail préparatoire, les pratiques de culture et les processus de régulation naturelle tels que l'introduction d'ennemis naturels n'empêchent pas la présence de ravageurs et/ou de maladies.
- Lors de la fumigation, stockez des récipients contenant un fumigant approuvé avant le stockage par du personnel dûment autorisé ou formé.
- Tenue de registres : tenez des registres détaillés des populations de ravageurs, des applications de pesticides et de la performance de la culture. Ces informations vous aideront à suivre les tendances, à évaluer l'efficacité de votre programme de LIR et à prendre des décisions informées lors des saisons suivantes.

Les pratiques de lutte intégrée contre les ravageurs (LIR) ont évolué pour réduire les effets nocifs des pesticides chimiques. Les agriculteurs sont encouragés à prendre des décisions sur la base des observations et de l'expérience de terrain, au lieu de s'appuyer uniquement sur le seuil de nuisibilité économique (SNE). Le génie écologique utilise des techniques culturales et une manipulation des habitats pour lutter contre les ravageurs. Il promeut la biodiversité en attirant des parasitoïdes et des ennemis naturels par le biais de fleurs productrices de nectar et renforce ainsi la lutte biologique. Le choix de plantes à fleurs appropriées pour la lutte contre les ravageurs dépend de la disponibilité, des conditions agroclimatiques et du type de sol.

7.2. LISTE DE BASE NON EXHAUSTIVE D'OUTILS POUR METTRE EN ŒUVRE LA LIR

- Carnet de terrain et stylo-bille – notez les observations, les informations relatives aux échantillons et la gravité de la maladie.
- Outils d'enregistrement des données – tenez des registres détaillés à l'aide d'ordinateurs portables, de fiches de données ou d'appareils numériques.
- Prélevez des échantillons représentatifs au moyen d'un couteau ou d'un scalpel stérilisé.
- Utilisez une loupe pour mieux évaluer la présence de ravageurs et de maladies sur les rhizomes et les plants de gingembre.
- Utilisez des sacs ou des récipients en plastique pour transporter et stocker les échantillons prélevés dans des conditions hygiéniques et bien aérées.
- Utilisez une balance portable pour obtenir des données quantitatives liées à la sécurité et à la qualité du gingembre et guider ainsi la prise de décisions stratégiques.
- Échantillonneur de sol – pour prélever des échantillons de sol pour les analyses de qualité et de sécurité.

- Équipement de surveillance météorologique – surveillez la température, l'humidité et les précipitations pour évaluer les périodes de plantation optimales et estimer le risque d'apparition de maladies.
- Ressources de laboratoire – kit de test rapide portable pour les métaux lourds, le pH du sol et les minéraux du sol, et autre équipement.
- Outils de mesure de l'humidité du sol – utilisez des hygromètres pour sol ou des sondes pour mesurer le taux d'humidité du sol.
- Utilisez des drones ou des photos satellite pour détecter les problèmes liés à la santé de la culture et des technologies de télédétection pour identifier les épidémies.
- Plateformes numériques et applications mobiles.

7.3. PRINCIPAUX RAVAGEURS ET MALADIES

Les ravageurs et maladies du gingembre peuvent avoir un impact négatif important sur les ressources et les rendements. La surveillance et le contrôle font partie intégrante de la lutte contre les ravageurs et les maladies. Une évaluation régulière de la présence et de la gravité des infestations et une intervention en temps opportun en vue de les contrôler permettent de limiter fortement les dommages causés aux plants de gingembre. Les outils utilisés pour les exercices de surveillance et de contrôle varient en fonction des conditions climatiques et de l'organisme concerné.

Un guide général sur les principales pratiques de lutte associées aux maladies et ravageurs majeurs du gingembre est fourni dans les sections suivantes.

7.3.1. COCHENILLE DU RHIZOME (*ASPIDIELLA HARTII* (COCKERELL))

Description/identification

La cochenille du rhizome est aussi appelée « cochenille de l'igname » ou « cochenille brune de l'igname ». Les cochenilles femelles sont de forme circulaire, d'un diamètre d'environ 1 mm. Elles apparaissent comme des incrustations brun pâle à grises sur les rhizomes semences. Les cochenilles mâles sont quant à elles de couleur orange et ont des ailes transparentes, ainsi qu'une tête, un thorax et un abdomen distincts. Des rhizomes semences fortement infestés se rabougrissent. Dans un premier temps, des cochenilles blanches sont dispersées sur les rhizomes semences, mais plus tard, elles se rassemblent près des bourgeons en croissance (Satyagopal *et al.*, 2014).



Figure 44 : *Aspidiella hartii* spp., dommages aux plants de gingembre, et rhizomes semences affectés
(crédits images : CABI)

Organisme de quarantaine

La cochenille du rhizome n'est actuellement pas considérée comme un organisme de quarantaine. Pour des mises à jour récentes sur le statut de quarantaine, reportez-vous à la [base de données mondiale de l'OEPP](https://gd.eppo.int/). (<https://gd.eppo.int/>)

Conditions favorables

Les cochenilles, comme la cochenille du rhizome, préfèrent les climats chauds (24-32 °C) pour l'activité accrue et la reproduction. Elles prolifèrent dans les environnements humides et tirent parti de l'humidité pour leur survie et leur reproduction. Des taux d'humidité élevés facilitent la multiplication des cochenilles en favorisant la croissance de champignons et de moisissures dont elles se nourrissent. Une circulation insuffisante de l'air autour des plants de gingembre contribue au développement des cochenilles, l'air stagnant créant un microclimat favorable aux infestations. Une ventilation adéquate réduit l'humidité et maintient les plants au sec, ce qui les rend moins sensibles aux infestations de cochenilles. Un surpeuplement et un espacement inadéquat des plants de gingembre favorisent la propagation des cochenilles en entravant la circulation de l'air. Les plants faibles et stressés sont plus sensibles aux infestations de cochenilles, causées par des facteurs tels qu'un apport inapproprié en nutriments et en eau. Le maintien de conditions de production optimales, comme une fertilisation et une irrigation adéquates, aide à renforcer la vigueur des plants et à réduire la sensibilité aux infestations. Des pratiques régulières de surveillance et de contrôle des ravageurs sont essentielles pour prévenir le développement et la propagation de la cochenille du rhizome. Des interventions opportunes sont cruciales, car les populations de cochenilles peuvent augmenter et devenir difficiles à gérer si elles ne sont pas contrôlées.

Cycle de vie du ravageur

Les différents stades de vie de la cochenille du rhizome sont la ponte, l'éclosion de nymphes mobiles, la formation de la cochenille, l'alimentation et la croissance, l'accouplement et la production d'œufs, avec une période d'incubation de 2 à 5 jours et une période larvaire de 13 à 18 jours, la pupification ayant lieu dans des rhizomes semences pourris.

Surveillance/contrôle

Pour le contrôle, recherchez des zones étranges de plants jaunis dans le champ et des feuilles qui jaunissent soudainement et qui restent jaunes longtemps. Examinez les rhizomes semences à la loupe à la recherche de cochenilles de couleur brune (environ 1 mm de diamètre). Vérifiez si les feuilles présentent des dommages causés par une infestation de cochenilles après la récolte et pendant le stockage du gingembre (CABI, 2016).

Réalisez des inspections visuelles en examinant minutieusement toutes les parties de vos plants de gingembre à la recherche de signes d'infestation de cochenilles du rhizome (cochenilles, enveloppes protectrices, miellat et fumagine). Vérifiez les faces supérieure et inférieure des feuilles et la base des plants. Utilisez une loupe grossissante pour observer les cochenilles de plus près, en particulier pour identifier les plus petits stades comme les larves mobiles de premier stade ou les cochenilles nouvellement établies.

Placez des pièges englués de couleur jaune près de vos plants de gingembre pour capturer les cochenilles adultes et contrôlez-les régulièrement pour évaluer la population. Par ailleurs, utilisez une nappe de battage ou la méthode de la secousse pour déloger les cochenille sur un linge blanc en vue d'une détection plus aisée.

Consignez vos observations pour suivre la gravité de l'infestation et évaluer les mesures de contrôle, tout en vérifiant si les cochenilles se sont propagées sur les plants voisins. Une détection précoce est essentielle. Effectuez donc une surveillance régulière pendant la saison de production.

Lutte culturale

Au stade végétatif, lutez contre la cochenille du rhizome en déracinant et en détruisant les plants endommagés. Quelques mesures de lutte culturale visant à prévenir et contrôler les infestations de cochenilles du rhizome sur le gingembre :

Espacement adéquat des plants – maintenez une distance suffisante entre les plants de gingembre pour entraver la propagation des cochenilles.

Lutte contre les mauvaises herbes – désherbez et éliminez les plantes voisines susceptibles d'abriter des cochenilles.

Gestion de la santé des plants – optimisez les conditions de production du gingembre, y compris l'alimentation en eau, la fertilisation et l'exposition à la lumière, pour promouvoir la santé et la résilience des plants.

Taille et assainissement – inspectez régulièrement les plants de gingembre, retirez les parties infestées ou endommagées et éliminez-les correctement.

Amélioration du sol – maintenez un sol bien drainé pour dissuader les cochenilles, qui prolifèrent dans des conditions très humides.

Rotation des cultures – adoptez la rotation des cultures pour perturber le cycle de vie des cochenilles et réduire le risque d'infestations récurrentes.

Nettoyez les outils et l'équipement – assurez-vous que les outils de jardinage et l'équipement sont propres et exempts de cochenilles avant qu'ils n'entrent en contact avec les plants de gingembre.

Évitez la fertilisation excessive – apportez des nutriments adéquats aux plants de gingembre, sans utiliser trop d'engrais à base d'azote, qui peut attirer les cochenilles. Suivez les recommandations de fertilisation.

Bioprotection

Au stade de développement des rhizomes, vous pouvez utiliser des agents de biocontrôle naturels, tels que des coccinelles, des araignées et diverses guêpes parasites, pour lutter contre les cochenilles. Envisagez le lâcher du parasitoïde *Trichogramma chilonis* ou l'application de biopesticides comme du neem, des extraits d'ail, des extraits de piment, du spinosad, ou encore des produits à base de *Bacillus thuringiensis* (Bt).

Autres méthodes de bioprotection :

- Plantez des fleurs qui attirent les coccinelles et les chrysopes, qui s'attaquent aux cochenilles.
- Introduisez des espèces spécifiquement adaptées à la lutte contre les cochenilles.
- Lâchez des guêpes parasites ou des acariens qui se nourrissent de cochenilles.
- Appliquez des champignons qui infectent et tuent les cochenilles.
- Appliquez des nématodes pour cibler les cochenilles au niveau du sol.
- Utilisez des insecticides contenant des bactéries ou des champignons pour la lutte contre les cochenilles.
- Créez un habitat favorable aux prédateurs des cochenilles en plantant une végétation diversifiée et en limitant l'utilisation d'insecticides à large spectre.
- Envisagez d'introduire la coccinelle *Cryptolaemus montrouzieri* (destructrice de cochenilles farineuses) pour lutter contre les cochenilles.

Quelques exemples :

— **Insecticides microbiens :**

***Bacillus thuringiensis subsp. israelensis* (Bti)**

Beauveria bassiana

— **Insectes prédateurs :**

***Cryptolaemus montrouzieri* (coccinelle destructrice de cochenilles farineuses)**

— **Nématodes utiles :**

Heterorhabditis bacteriophora

La lutte avec des produits phytopharmaceutiques est possible en dernier recours.

Des exemples d'insecticides systémiques qui peuvent être utilisés contre les cochenilles sont la lambda-cyhalothrine, le pyriproxifène et l'acétamipride.

Lorsque vous utilisez des insecticides chimiques, suivez **toujours** les instructions figurant sur l'étiquette pour les taux d'application et les ratios de dilution spécifiques au produit et à l'ingrédient actif et assurez-vous que leur utilisation est approuvée localement. La base de données de protection des cultures du COLEAD est accessible [ici](#). Elle fournit des informations à jour sur les Bonnes Pratiques Agricoles (BPA), notamment des données des essais de terrain des produits phytopharmaceutiques (PPP) du COLEAD, des fabricants de PPP et de la littérature scientifique. Des informations à jour supplémentaires sur les LMR dans divers marchés cibles peuvent être consultées via la [boîte à outils pour l'homologation des pesticides de la FAO](#).

Autres méthodes de lutte

Il existe plusieurs stratégies pour lutter contre la cochenille du rhizome sur le gingembre, y compris des mesures de lutte culturale, des méthodes de lutte physique, des techniques d'exclusion, et la résistance des plants. La lutte culturale consiste à assainir en éliminant et en détruisant le matériel de plantation fortement infesté, à tailler les parties infestées et à appliquer une rotation des cultures. La lutte physique implique l'utilisation de pulvérisations d'eau à haute pression et l'élimination mécanique des cochenilles. Les méthodes d'exclusion consistent à utiliser des barrières physiques telles que des filets ou de couvertures de rang. La résistance des plants peut être obtenue en sélectionnant des cultivars de gingembre résistants ou tolérants et en optimisant les pratiques culturales telles que l'irrigation, la nutrition et l'espacement, tout en évitant la fertilisation excessive.

7.3.2. NOCTUELLE BAIGNÉE/IPSILON OU VER-GRIS NOIR (*AGROTIS IPSILON*)

Description/identification

Le terme anglais « cutworm » (littéralement, « ver coupeur ») désigne généralement les larves de différentes espèces de papillons, connues pour leur propension à couper les tiges des plants près de la surface du sol. Le ver-gris noir est un type de « cutworm » qui peut, sous certaines conditions, représenter une menace pour diverses cultures, comme celle du gingembre.

Les habitudes alimentaires des chenilles consistent à consommer les tiges et les feuilles des plants, souvent en entaillant les tiges près de la surface du sol. Ce comportement peut entraîner le sectionnement complet des jeunes plants et causer d'importants dommages aux plants bien établis. Même si les plants de gingembre ne sont pas leur hôte préféré, ils peuvent être affectés si des vers-gris noirs sont présents à proximité.

En cas d'infestation des plants de gingembre au stade de plantule, les vers-gris noirs représentent une menace sérieuse. Ces ravageurs ciblent principalement la base des

plants de gingembre, ce qui endommage les tissus et provoque le flétrissement des feuilles du cœur (« cœur mort »). Dans un premier temps, les feuilles jaunissent, et les plants affectés finissent par s'effondrer subitement. L'impact destructeur des vers-gris noirs sur les plants de gingembre est considérable ; l'infestation débouche sur la destruction complète du cœur du plant. Les plants s'écroulent et ne parviennent pas à produire des rhizomes semences de taille adéquate. De plus, les plantules ne se développent pas en plants de gingembre robustes et solides.

Les vers-gris noirs se métamorphosent en papillons (appelés « noctuelles baignées ») dotés d'un corps noir et d'ailes brun foncé qui peuvent atteindre 42 à 53 mm d'envergure lorsqu'elles sont pleinement déployées. Les papillons sont visibles et ont un corps de 1,6 à 2,3 cm de long. Les œufs des noctuelles baignées sont blancs et mesurent 5 mm de long. Des taches et des rayures rouges peuvent apparaître sur les œufs au fil de leur développement. La pupe, qui est dépourvue d'enveloppe protectrice, mesure environ 2 cm (0,75 pouce) de long et change de couleur (de brun orangé à noir) avant l'incubation, pour devenir finalement grise.

Une fois pleinement développées, les chenilles sont de couleur foncée et ont un corps lisse qui mesure environ 3 ou 4 cm (1,5 pouce) de long. Elles sont généralement grises ou noires, bien que leur couleur puisse varier. Les adultes (papillons) ont une envergure d'environ 4 ou 5 cm (1,5 à 2 pouces) et se distinguent par leur couleur brun ou gris terne.



Figure 45 : Larve de noctuelle baignée, adulte, et dommages au plant
(crédits images : respectivement : Iowa State University ; naturespot.org.uk ; Huntsbarger, W. M.)

Organisme de quarantaine

Le ver-gris noir n'est actuellement pas considéré comme un organisme de quarantaine. Pour des mises à jour récentes sur le statut de quarantaine, reportez-vous à la [base de données mondiale de l'OEPP](#).

Conditions favorables

Les larves sont surtout actives la nuit et se trouvent généralement dans des environnements chauds et humides. Elles prolifèrent à des températures comprises entre 13 et 25 °C. Les populations de chenilles ont tendance à être plus importantes dans les zones humides des champs et dans les champs qui ont été inondés. Leur activité et leur développement sont étroitement liés au taux d'humidité du sol.

La présence de papillons dans une zone est influencée par le climat et les tendances saisonnières. Ces insectes migratoires sont plus susceptibles d'établir des populations dans des régions à climat tempéré à chaud. La période de leur migration et la disponibilité de plantes hôtes adéquates peuvent avoir une incidence sur leurs densités de population. Les conditions climatiques jouent un rôle majeur pour déterminer l'étendue de leur présence et l'impact sur les cultures.

Le ravageur préfère les zones infestées de mauvaises herbes et non cultivées, étant donné que ces endroits offrent un abri et des sources alimentaires aux papillons et aux chenilles. Ces zones servent d'aires de reproduction et contribuent ainsi à augmenter les populations du ravageur. Les champs ou jardins situés à proximité immédiate de zones non cultivées ou envahies de mauvaises herbes sont plus vulnérables aux infestations et doivent faire l'objet d'une surveillance minutieuse.

L'humidité et les conditions du sol jouent un rôle crucial dans le cycle de vie et la survie du ravageur. Ces ravageurs sont plus actifs et s'épanouissent dans des conditions de sol humides. Les champs mal drainés ou les zones trop irriguées peuvent créer des conditions propices à l'éclosion des œufs, à la survie des chenilles et à la croissance de la population générale. Les résidus de culture ou les cultures de couverture peuvent attirer et fournir un habitat adéquat et des sources alimentaires au ravageur. Si ces résidus ou cultures de couverture ne sont pas gérés de manière adéquate ou incorporés dans le sol, ils peuvent servir d'abri pour les papillons et les chenilles et contribuer ainsi à la croissance de la population.

La dynamique de population du ravageur est influencée par la disponibilité de plantes hôtes de prédilection. Ces chenilles sont réputées se nourrir d'un large éventail de plantes, dont diverses cultures, graminées et mauvaises herbes. La présence de plantes hôtes de prédilection, comme celles de la famille des *Brassicaceae* (chou, brocoli, moutarde, etc.), ainsi que d'autres cultures sensibles, peut contribuer à augmenter les populations de vers-gris noirs.

Cycle de vie du ravageur

Le ravageur connaît de multiples métamorphoses complètes en un an, donnant naissance à plusieurs générations. Il est capable de survivre pendant les périodes de froid hivernal. La génération initiale de larves endommage principalement les plantules de gingembre. Les papillons, qui migrent au printemps, pondent souvent leurs œufs avant la plantation. Le papillon femelle pond ses œufs sur des graminées, des mauvaises herbes ou des résidus de culture.

Les œufs éclosent généralement en l'espace de 5 à 10 jours, en fonction de la température. Le stade larvaire, de l'éclosion à la pupification, dure environ 28 à 35 jours, selon la température.

Lorsque la larve atteint la maturité, elle s'enfouit dans le sol et construit une cellule en terre, où elle se pupifie. Le stade pupal dure environ 12 à 15 jours. Le cycle de vie complet s'étend donc sur une période de 35 à 70 jours. Les pupes sont principalement actives la nuit.

Les papillons ont des tendances migratoires et peuvent être trouvés dans différentes régions. Ils pondent leurs œufs sur les feuilles des hôtes, et en l'espace d'une semaine, les œufs éclosent en chenilles. Ces chenilles connaissent plusieurs stades de croissance, à mesure qu'elles consomment le feuillage des plants et augmentent en taille.

Surveillance/contrôle

Les larves se cachent dans le sol pendant la journée et sortent la nuit. Les adultes sont contrôlés avec des pièges à lumière noire ou à phéromones, bien que les pièges lumineux ne soient pas toujours fiables. Les pièges à phéromones sont plus efficaces pendant le vol printanier, lorsque les larves représentent la plus grande menace pour les jeunes plants. Les pièges blancs et jaunes sont plus efficaces que les verts. Les larves sont parfois difficiles à observer car elles s'enfouissent dans le sol, mais elles peuvent être échantillonnées à l'aide de pièges à appât. Les tournesols attirent les larves, ce qui permet ensuite de les ramasser et de les évacuer du champ.

Dépistage en champ – réalisez un dépistage en champ systématique pour surveiller l'activité du ravageur. Cela consiste à inspecter régulièrement le champ ou le jardin à la recherche de signes de dommages et de présence de chenilles. Recherchez des tiges coupées, des plants qui se flétrissent et des chiures (excréments d'insectes) près de la base des plants, autant d'indicateurs de l'alimentation des vers-gris noirs.

Pièges à phéromones – vous pouvez utiliser des pièges à phéromones pour surveiller l'activité des adultes (papillons) et les tendances démographiques. Ces pièges libèrent des phéromones sexuelles synthétiques qui attirent les papillons mâles, ce qui vous permet d'estimer leur densité de population et de surveiller leurs trajectoires de vol. Consultez les autorités agricoles locales ou des entomologistes pour obtenir des conseils sur l'utilisation efficace des pièges à phéromones.

Pièges lumineux – vous pouvez utiliser des pièges lumineux pour attraper et surveiller les adultes (papillons). Ces pièges utilisent des sources de lumière artificielle pour attirer et capturer les papillons pendant leur vol nocturne. La surveillance du nombre de papillons attrapés dans les pièges lumineux peut aider à évaluer la dynamique de leur population et leurs niveaux d'activité.

Inspection visuelle – une inspection visuelle régulière des plants tôt le matin ou en fin d'après-midi peut aider à identifier les chenilles. Recherchez les chenilles elles-mêmes ou des signes de dommages alimentaires, comme des feuilles dentelées ou des tiges coupées.

Creusage et échantillonnage du sol – les chenilles se cachent généralement dans le sol pendant la journée et émergent la nuit pour se nourrir. En creusant délicatement près de la base des plants affectés, vous pourrez peut-être en trouver dans le sol. Un échantillonnage du sol peut également aider à déterminer la présence et la densité de larves.

Programmes de sciences participatives – certaines régions ont des programmes de sciences participatives ou des réseaux de surveillance des ravageurs qui fournissent des ressources et des protocoles pour surveiller les vers-gris noirs et

d'autres ravageurs. Ces programmes peuvent impliquer une collaboration avec des agriculteurs, des jardiniers ou des membres de la communauté pour collecter des données sur les populations de ravageurs et partager les informations.

Lutte culturale

Une lutte efficace contre le ravageur consiste à sélectionner du matériel de plantation sain et exempt de ravageurs, à réaliser un dépistage régulier, à maintenir la propreté du champ et à intervenir rapidement en cas d'infestation. Les stratégies de lutte utilisées dépendent du cycle de vie du ravageur et des stades de croissance de la culture. Ces stratégies peuvent inclure un assainissement du champ, une rotation des cultures, des traitements du sol avant plantation et des pratiques de désherbage contrôlé. Il est important de bien planifier le labourage pour éviter de nuire aux insectes utiles et prévenir la concurrence excessive entre les cultures et les mauvaises herbes.

Les mesures spécifiques de lutte contre le ravageur dans la culture du gingembre sont quelque peu limitées, mais certaines méthodes de lutte culturale peuvent être appliquées pour contrôler ses populations. Une rotation des cultures est conseillée pour éviter de planter le gingembre dans des zones précédemment infestées de vers-gris noirs ; cela perturbera leur cycle de vie et leurs sources alimentaires. Un désherbage régulier est essentiel afin d'éliminer toute plante indésirable du champ de gingembre et de limiter ainsi l'accessibilité d'hôtes alternatifs. Un assainissement correct et régulier du champ, par exemple en éliminant les débris de culture après la récolte, réduit le nombre de cachettes pour le ravageur et compromet sa survie.

L'adoption de pratiques de labourage appropriées, comme le labour profond, peut exposer les pupes à des conditions rudes et à des prédateurs naturels et réduire ainsi efficacement leur population. Une autre technique utile consiste à planter des cultures pièges qui attirent le ravageur dans une plus forte mesure que le gingembre ; ces cultures éloignent le ravageur de la culture principale (le gingembre) et facilitent la lutte ciblée.

Le fait d'encourager la présence d'insectes utiles, comme des carabidés et des guêpes parasites, ainsi que d'oiseaux peut aider à éradiquer naturellement la population du ravageur. La création d'habitats adéquats, tels que des haies, des plantes à fleurs et des nichoirs, peut attirer ces ennemis naturels et contribuer à lutter contre le ravageur sans recourir à des solutions chimiques. Il est recommandé d'éviter le paillage pendant les infestations, et de planter certaines cultures comme la moutarde, le chénopode blanc et le chiendent officinal loin de la culture principale pour éviter d'attirer les adultes (papillons).

Bioprotection

Biopesticides

Le spinosad est un insecticide naturel universel qui est très efficace contre les vers-gris noirs. Les produits contenant de l'huile de neem ou des pyréthrinés (extraites des fleurs de chrysanthème) peuvent aussi être efficaces mais doivent être appliqués lorsque les larves sont jeunes.

Agents de biocontrôle

Parasites hyménoptères (guêpes)

Les parasites hyménoptères comme les ichneumonides, les chalcides, les braconides et les sphécides sont le principal groupe d'ennemis naturels des vers-gris noirs.

Nématodes parasites utiles

Steinernema carpocapsae : appliquez le matin ou le soir pour une efficacité maximale.

Nématodes parasites

Steinernema carpocapsae ou *Heterorhabditis bacteriophora*

À appliquer sur le sol autour de la base des plants de gingembre. Suivez les instructions du fabricant pour la fréquence d'application (généralement toutes les 2 à 4 semaines).

Espèces de *Trichoderma*

Incorporez dans le sol pendant la plantation ou appliquez en pulvérisation foliaire.

Metarhizium anisopliae

Appliquez en trempage du sol ou pulvérisation foliaire en fonction des instructions du fabricant et répétez le traitement tous les 7 à 14 jours.

Guêpes trichogrammes

Lâchez des guêpes trichogrammes sur la culture de gingembre lorsque des œufs de noctuelles baignées sont présents. Répétez l'opération toutes les semaines si nécessaire, en suivant les recommandations du fournisseur.

Beauveria bassiana

Appliquez en trempage du sol ou pulvérisation foliaire en fonction des instructions du fabricant et répétez le traitement tous les 7 à 10 jours.

Lutte avec des produits phytopharmaceutiques

Des insecticides persistants sont généralement appliqués sur les plants et sur le sol pour éliminer les vers-gris noirs. Cependant, il est préférable de les appliquer en surface plutôt que sous terre. Les larves peuvent être contrôlées dans une certaine mesure en utilisant du son traité à l'insecticide et d'autres appâts. Une autre méthode consiste à appliquer des insecticides systémiques sur les rhizomes semences, ce qui offre une protection contre les dommages causés par les larves.

Des exemples de produits pour lutter contre le ravageur sont la deltaméthrine, la lambda-cyhalothrine, la cyperméthrine, le chlorantraniliprole, l'acétamipride, ou encore le benzoate d'émamectine.

Lorsque vous utilisez des insecticides chimiques, suivez toujours les instructions figurant sur l'étiquette pour les taux d'application et les ratios de dilution spécifiques au produit et à l'ingrédient actif et assurez-vous que leur utilisation est approuvée localement. La base de données de protection des cultures du COLEAD est accessible [ici](#). Elle fournit des informations à jour sur les Bonnes Pratiques Agricoles (BPA), notamment des données des essais de terrain des produits phytopharmaceutiques

(PPP) du COLEAD, des fabricants de PPP et de la littérature scientifique. Des informations à jour supplémentaires sur les LMR dans divers marchés cibles peuvent être consultées via la [boîte à outils pour l'homologation des pesticides de la FAO](#).

Autres méthodes de lutte

Colliers – l'installation de barrières physiques, comme des colliers en carton ou en plastique, autour des plants de gingembre peut empêcher les vers-gris noirs d'atteindre les tiges et de causer des dommages. Cette méthode empêche physiquement les vers d'accéder aux plants.

Pièges englués – la pose de pièges englués près des plants de gingembre peut aider à capturer les adultes (papillons). Cela réduit leur population et le nombre d'œufs que les femelles peuvent pondre et permet donc de contrôler la population du ravageur.

Labour profond – le labour profond du sol avant plantation perturbe les sites d'hivernation des larves. Le dérangement de leur habitat permet de réduire leur nombre. La profondeur de labourage recommandée est généralement de 15 à 20 cm (6 à 8 pouces).

Pièges lumineux – les pièges lumineux qui utilisent des sources de lumière artificielle permettent d'attirer et d'attraper les adultes (papillons). Cette méthode aide à réduire le nombre d'adultes à proximité du champ de gingembre.

7.3.3. NÉMATODES – NÉMATODES À GALLES, NÉMATODES FOREURS DE RACINES ET NÉMATODES DES LÉSIONS (*MELOIDOGYNE* SPP., *RADOPHOLUS SIMILIS* ET *PRATYLENCHUS* SPP.)

Description/identification

Les nématodes, de petits organismes ressemblant à des vers, ont le potentiel d'endommager des plantes comme le gingembre. Les plants de gingembre peuvent être affectés par diverses espèces de nématodes, telles que les nématodes à galles ou nématodes des racines noueuses (*Meloidogyne* spp.) et les nématodes des lésions (*Pratylenchus* spp.). L'infection de ces nématodes peut provoquer un retard de croissance, un jaunissement des feuilles, des dommages aux racines, et un rendement réduit de la culture de gingembre.



Figure 46 : Nématodes à galles et foreur de racines et dommages qu'ils causent au gingembre (crédits images : Stephen Ausmus, Australian Centre for International Agricultural Research)

Les nématodes sont des organismes microscopiques qui résident dans le sol et les racines, ce qui complique l'identification de leur présence sur les plants de gingembre. Ces ravageurs terricoles peuvent réduire sensiblement les produits de la récolte et aggraver les infections fongiques et bactériennes.

Les **nématodes à galles ou nématodes des racines noueuses** (*Meloidogyne* spp.) causent un retard de croissance, une vigueur réduite des plants, des feuilles chlorotiques avec des extrémités roussies et un jaunissement. Ils se nourrissent des jeunes pousses et des pseudo-tiges, ce qui entraîne un pourrissement et une imbibition d'eau entre les doigts des rhizomes. Les nématodes à galles sont des ravageurs d'importance économique, étant donné qu'ils envahissent les racines et entraînent la formation de galles et une croissance anormale des plants.

Les **nématodes foreurs de racines** (*Radopholus similis*) provoquent un rabougrissement, une vigueur réduite des plants, des feuilles chlorotiques avec des extrémités roussies, un jaunissement des feuilles, une diminution du nombre de pousses et un retard de croissance. Les rhizomes semences infectés développent de petites lésions imbibées d'eau, qui finissent par devenir brunes et par causer un pourrissement. Les nématodes foreurs de racines se nourrissent sur la surface extérieure des racines, en créant des tunnels qui perturbent l'alimentation du plant en eau et en nutriments.

Les **nématodes des lésions** (*Pratylenchus* spp.) causent d'importants dommages aux racines et aux rhizomes, ce qui se traduit par un jaunissement des feuilles, une pourriture sèche sur les rhizomes semences et la formation de lésions nécrotiques brun foncé. Les nématodes des lésions endommagent les racines en causant des lésions nécrotiques sur la surface et dans les tissus. Les plants infestés présentent une vigueur réduite, un retard de croissance et un déclin général de leur santé.

Les infestations de nématodes peuvent se produire individuellement ou en combinaison, les symptômes variant en fonction de la gravité de l'infestation, des espèces de nématodes impliquées et d'autres facteurs environnementaux.

Organisme de quarantaine

Meloidogyne spp. est considéré comme un organisme réglementé non de quarantaine au Bahreïn et comme un organisme de quarantaine/recommandé de quarantaine dans des parties de l'Europe (Turquie), de l'Asie (Chine et Jordanie) et de l'Amérique (Argentine).

Radopholus similis est très répandu dans de nombreux pays et est considéré comme un organisme réglementé non de quarantaine en Guinée et comme un organisme de quarantaine/recommandé de quarantaine dans des parties de l'Europe (Géorgie, Norvège, Ukraine et Turquie), de l'Asie (Chine, Bahreïn, Israël, Jordanie et Ouzbékistan), de l'Afrique (Tunisie, Maroc et Égypte) et de l'Amérique (Argentine, Chili, Mexique, Paraguay et Uruguay).

Pratylenchus spp. est un organisme recommandé de quarantaine au Bahreïn et un organisme de quarantaine en Chine.

Pour d'autres mises à jour récentes sur le statut de quarantaine, reportez-vous à la [base de données mondiale de l'OEPP](#).

Conditions favorables

L'infestation et la transmission des nématodes peuvent avoir lieu de différentes façons (matériel de plantation infecté, outils agricoles contaminés, eaux de pluie et d'irrigation infectées, vents forts transportant des particules de terre infestées, terre contaminée transportée sur des chaussures ou des pieds d'animaux, etc.). Les nématodes peuvent survivre dans un sol humide pendant de longues périodes (Meenu et Jebasingh, 2020). Les mauvaises herbes s'avèrent également très vulnérables aux infestations de nématodes à galles, ce qui favorise de fortes densités dans le sol tout au long de l'année (Santos *et al.*, 2019). L'adoption de bonnes pratiques de désherbage est dès lors cruciale pour lutter contre les nématodes.

Pour limiter l'infestation et la transmission des nématodes, vous pouvez prendre les mesures suivantes :

Rotation des cultures – mettez en œuvre une stratégie de rotation des cultures impliquant des plantes non-hôtes ou des variétés résistantes. Évitez la culture continue de plantes hôtes sensibles, telles que le gingembre, étant donné que cela fournit une source alimentaire constante aux nématodes et favorise la croissance de la population.

Assainissement – appliquez un bon assainissement dans vos activités agricoles. Nettoyez et désinfectez régulièrement l'équipement et les outils agricoles pour prévenir les mouvements de nématodes entre les champs. Éliminez correctement le matériel de plantation infecté afin de limiter la propagation des nématodes.

Gestion du sol – concentrez-vous sur l'amélioration de la santé du sol afin de renforcer les défenses des plants contre les nématodes. Augmentez la teneur en matière organique en ajoutant du compost ou des amendements organiques. Maintenez des teneurs équilibrées en nutriments et stimulez la présence de microorganismes utiles dans le sol.

Gestion de l'eau – optimisez les pratiques d'irrigation pour éviter une humidité excessive du sol qui pourrait favoriser la dispersion des nématodes. Évitez l'engorgement ou la saturation en eau, car ces conditions peuvent limiter la disponibilité d'oxygène et avoir un impact négatif sur les populations de nématodes.

Lutte contre les mauvaises herbes – adoptez des pratiques efficaces de lutte contre les mauvaises herbes afin de limiter la présence de mauvaises herbes hôtes qui peuvent soutenir les populations de nématodes. Désherbez régulièrement les champs afin de réduire les réservoirs potentiels de nématodes.

Surveillance et détection précoce – inspectez régulièrement les plants à la recherche de signes d'infestation de nématodes. Une détection précoce peut contribuer à la mise en place rapide de mesures de lutte et à limiter ainsi la propagation des nématodes.

Variétés résistantes – choisissez si possible des variétés résistantes ou tolérantes aux nématodes. Les variétés résistantes peuvent aider à limiter les dommages causés par les nématodes et à réduire la propagation des populations de nématodes.

Cycle de vie du ravageur

Les espèces de nématodes peuvent passer de l'œuf à l'adulte pondreur en 3 ou 4 semaines par temps chaud. Entre les saisons, elles survivent principalement sous la forme d'œufs dans le sol. Après éclosion, les juvéniles de deuxième stade envahissent les racines. Plus tard, les nématodes mâles quittent les racines, tandis que les femelles restent pour pondre leurs œufs. Les femelles pondeuses forment une masse qui s'étend tout le long des racines et dans le sol. Si la reproduction sexuelle est courante, certaines espèces de nématodes sont capables de se reproduire asexuellement.

Nématodes à galles (*Meloidogyne* spp.)

Stade d'œuf : la durée varie de quelques jours à quelques semaines en fonction des conditions environnementales.

Stade juvénile : après l'éclosion, les juvéniles passent par quatre mues, chaque stade durant quelques jours à quelques semaines. Stade adulte : après la dernière mue, le nématode juvénile devient adulte ; le stade adulte, qui peut durer plusieurs semaines, voire plusieurs mois, est consacré à la reproduction et à la ponte. Le cycle de vie complet des nématodes à galles peut durer entre 21 et 30 jours dans des conditions favorables, mais la durée peut varier en fonction des espèces et des facteurs environnementaux.

Nématodes foreurs de racines (*Radopholus* spp.)

Stade d'œuf : la durée varie de quelques jours à quelques semaines en fonction de la température et d'autres conditions. Stade juvénile : après l'éclosion, les juvéniles passent par plusieurs mues, chaque stade durant quelques jours à quelques semaines. Stade adulte : après la dernière mue, le nématode devient adulte ; le stade adulte, qui peut durer plusieurs semaines, voire plusieurs mois, est consacré à la reproduction et à la ponte. Le cycle de vie complet des nématodes foreurs de racines peut durer de quelques semaines à plusieurs mois, en fonction de la température, de la disponibilité d'hôtes et des conditions environnementales.

Nématodes des lésions (*Pratylenchus* spp.)

Stade d'œuf : la durée varie de quelques semaines à quelques mois en fonction des conditions environnementales.

Stade juvénile : après l'éclosion, les juvéniles passent par plusieurs mues, chaque stade durant quelques semaines à quelques mois. Stade adulte : après la dernière mue, le nématode devient adulte ; le stade adulte, qui peut durer plusieurs semaines, voire plusieurs mois, est consacré à la reproduction et à la ponte. Le cycle de vie complet des nématodes des lésions peut durer de quelques semaines à plusieurs mois, en fonction de facteurs comme la température, la disponibilité d'hôtes et des autres conditions environnementales.

Surveillance/contrôle

Pour contrôler les nématodes dans le champ, commencez la surveillance après l'établissement de la culture et poursuivez sur une base hebdomadaire :

- Prélevez des échantillons de sol représentatifs (environ 100-300 cm³ ou 200-300 g) sur la zone racinaire du plant. Prélevez plusieurs sous-échantillons à différents endroits du champ. Regroupez-les pour créer un échantillon composite. Envoyez les échantillons à un laboratoire de nématologie pour analyse.
- Déterrez délicatement les racines du plant et inspectez-les pour détecter d'éventuels signes d'infestation de nématodes (galles, racines noueuses, lésions, décolorations ou malformations). Rincez les racines pour retirer la terre ; cela facilitera la détection d'éventuels signes de présence de nématodes. Utilisez une loupe ou un microscope pour identifier les stades ou les dommages causés par les nématodes.
- Guettez les symptômes associés aux infestations de nématodes sur les plants, à savoir un retard de croissance, un flétrissement, un jaunissement ou un déclin général. Enregistrez tout changement perceptible de la santé des plants et des stades de croissance. Analysez la corrélation entre ces changements et la présence de nématodes ou les niveaux de population.
- Utilisez la technique de l'entonnoir de Baermann pour extraire les nématodes du sol ou des tissus du plant. Placez l'échantillon dans un entonnoir avec de l'eau et laissez les nématodes migrer dans l'eau via une maille fine ou un filtre. Collectez, comptez et identifiez les nématodes extraits.
- Utilisez des plantes sensibles réputées attirer les nématodes en guise d'outil de surveillance. Évaluez les niveaux de population des nématodes avant la rotation des cultures ou le retrait de la culture piège.

Lutte culturale

Pour renforcer la défense des plants de gingembre contre les maladies causées par les nématodes, il est essentiel d'adopter certaines stratégies et pratiques de lutte culturale. Voici quelques mesures efficaces :

Sélectionnez du matériel de plantation sain et exempt de ravageurs et mettez l'accent sur la résistance des plantes hôtes. Cela contribuera à renforcer les mécanismes de défense des plants contre les maladies. Traitez les rhizomes avec de l'eau chaude (à 51 °C pendant 10 minutes) avant la plantation afin de réduire les problèmes liés aux nématodes. Après chaque récolte, éliminez rapidement les racines de la culture et labourez le sol deux ou trois fois. Cette pratique s'avère très efficace pour combattre les nématodes.

Pratiquez l'assainissement en fonction du cycle de vie du ravageur et des stades de croissance de la culture. Intégrez cela à une rotation des cultures en utilisant des plantes non-hôtes et quelques cultures antagonistes contre les nématodes. L'adoption de ces pratiques pendant un ou deux ans aide à réduire les populations de nématodes.

Pratiquez la solarisation en recouvrant les lits de gingembre d'une bâche en polyéthylène (0,45 mm/45 gauges) pendant trois semaines avant le semis ou exposez

les lits à la lumière directe du soleil pendant 40 jours durant la saison chaude. Cela peut également s'effectuer avant la plantation. La solarisation aide à contrôler les nématodes en créant des conditions défavorables à leur survie. En cas d'infestation au cours du développement des rhizomes, déracinez et détruisez les plans infestés.

Les pratiques de lutte culturale jouent un rôle capital dans les stratégies de lutte intégrée contre les ravageurs (LIR) pour le contrôle des nématodes. Ces mesures créent des conditions défavorables pour les nématodes et empêchent ainsi leur survie et leur propagation. Vous pouvez également envisager l'adoption des pratiques suivantes :

- Pratiquez la rotation des cultures en alternant la culture du gingembre avec des cultures non-hôtes ou des cultures moins sensibles pendant plusieurs années afin de briser le cycle de vie des nématodes et de réduire leurs populations. Après déracinement et destruction des plants infestés, vous pouvez planter une culture intercalaire (par exemple, œillet d'Inde, chrysanthème, *Sesbania*, *Crotalaria* spp., *Gaillardia*, ricin commun ou *Desmodium* spp.) pour contrôler les nématodes parasites. Par ailleurs, la culture de plantes de bordure répulsives (par exemple, œillets d'Inde, *Gliricidia*, *Asparagus* ou *Dahelia*) sous la forme de bandes de ray-grass, de cultures de couverture ou de lits de paillis (*staphylinidé*) peut être bénéfique si elle est faisable. Une rotation des cultures avec des arachides ou de la moutarde réduit efficacement les populations de *M. incognita*.
- Variétés résistantes ou tolérantes : cultivez des variétés de gingembre résistantes ou tolérantes aux nématodes. Ces variétés présentent des caractéristiques génétiques qui les rendent moins sensibles aux dommages causés par les nématodes, ce qui limite les pertes.
- Évacuez les résidus de culture, les racines et le matériel de plantation infecté après la récolte. Vous éliminerez ainsi les sources potentielles de populations de nématodes. Nettoyez et désinfectez les outils, les machines et l'équipement pour prévenir tout transfert de nématodes entre les champs.
- Utilisez la lumière du soleil et la chaleur pour contrôler les nématodes par solarisation du sol. Recouvrez le sol humide d'une bâche en plastique transparente pour piéger le rayonnement solaire et porter la température du sol à des niveaux létaux pour les nématodes. Cette méthode s'avère particulièrement efficace dans les régions à fort rayonnement solaire durant les fortes chaleurs de l'été.
- Incorporez de la matière organique comme du compost ou du fumier bien pourri dans le sol pour améliorer sa santé et favoriser l'activité microbienne favorable. Les sols sains ayant une teneur adéquate en matière organique soutiennent une communauté microbienne diversifiée qui élimine naturellement les populations de nématodes.
- Gestion de l'irrigation : optimisez les pratiques d'irrigation pour éviter l'irrigation excessive, étant donné qu'un excès d'humidité favorise la survie et les mouvements des nématodes. L'établissement d'un programme d'irrigation adéquat prévient le stress hydrique, ce qui réduit la sensibilité des plants aux dommages causés par les nématodes.
- Des amendements du sol tels que des résidus de culture secs ou verts, des tourteaux, des poudres, de la sciure ou du fumier de ferme se décomposent dans

les champs infestés de nématodes, ce qui réduit les populations de nématodes et améliore les conditions du sol pour la croissance des plants. Par ailleurs, l'incorporation de compost de *Gliricidia* et de tourteau de neem améliore la qualité du sol. Certains amendements du sol, tels que les agents de biocontrôle, les amendements organiques ou les microorganismes utiles, ont des effets suppressifs sur les nématodes. Demandez conseil à des experts pour connaître les amendements du sol spécifiques qui ont démontré leur efficacité contre les nématodes dans votre région.

Bioprotection

Pendant le stade de développement des rhizomes, l'extrait d'ase fétide et le curcuma sont efficaces contre les pathogènes des plantes comme les nématodes, en particulier en cas d'infestation.

Pour combattre les nématodes *M. incognita*, plusieurs méthodes peuvent être utilisées. Vous pouvez par exemple appliquer du tourteau de graines de neem (*Azadirachta indica*) avant la plantation. Le lâcher et la promotion d'ennemis naturels existants comme des araignées, des coccinelles, des *Tettigoniidae*, des chrysopes vertes ou des perce-oreilles, et d'agents de biocontrôle tels que le champignon *Paecilomyces lilacinus* et les bactéries *Pasteuria penetrans* et *Pseudomonas fluorescens* ont également démontré leur efficacité.

- L'application de nématodes utiles (par exemple, les espèces de *Steinernema* et de *Heterorhabditis*) peut être envisagée, en fonction de l'espèce de nématodes ciblée et de la gravité de l'infestation. Il est important de consulter les instructions figurant sur l'étiquette du produit ou le fournisseur pour des recommandations spécifiques basées sur l'espèce de nématodes concernée et la culture cible.
- Vous pouvez également envisager l'application de champignons *Trichoderma* et de bactéries *Pasteuria penetrans*.
- Les taux d'application des amendements du sol comme le compost ou le biochar dépendent de la teneur en matière organique souhaitée et des objectifs d'amélioration du sol. Cependant, il est important de tenir compte de la composition spécifique et des caractéristiques du compost et de consulter des experts agricoles locaux pour obtenir des conseils spécifiques au site.
- Vous pouvez également envisager l'application de rhizobactéries, mais suivez toujours les instructions figurant sur l'étiquette du produit pour connaître les taux d'application exacts.

Lutte avec des produits phytopharmaceutiques

Les produits chimiques efficaces contre les nématodes incluent l'abamectine, le benzoate d'émamectine, le fluopyram et le fosthiazate. Les produits biologiques incluent l'extrait d'ail, le cinnamaldéhyde et le chitosane.

Lorsque vous utilisez des produits phytopharmaceutiques chimiques contre les nématodes, suivez toujours les instructions figurant sur l'étiquette pour les taux

d'application et les ratios de dilution spécifiques au produit et à l'ingrédient actif et assurez-vous que leur utilisation est approuvée localement. La base de données de protection des cultures du COLEAD est accessible [ici](#). Elle fournit des informations à jour sur les Bonnes Pratiques Agricoles (BPA), notamment des données des essais de terrain des produits phytopharmaceutiques (PPP) du COLEAD, des fabricants de PPP et de la littérature scientifique. Des informations à jour supplémentaires sur les LMR dans divers marchés cibles peuvent être consultées via la [boîte à outils pour l'homologation des pesticides de la FAO](#).

Autres méthodes de lutte

Aucune autre méthode de lutte n'est rapportée pour le contrôle des nématodes sur le gingembre.

7.3.4. FOREUR DES POUSSES (*CONOGETHES PUNCTIFERALIS*)

Description/identification

Aussi appelé « pyrale du pêcher », « teigne jaune du pêcher » ou « foreur de fruits de durian », *Conogethes punctiferalis*, l'un des ravageurs du gingembre les plus destructeurs, peut causer jusqu'à 50 % de pertes de rendement. Ses œufs, qui sont rose, ovales et plats, sont pondus individuellement sur les parties en bourgeonnement et les pétioles, ou en groupes sur les feuilles et d'autres zones tendres et fragiles du plant. Les chenilles creusent des tunnels dans les pousses centrales des plants et consomment les bourgeons en croissance, ce qui provoque un jaunissement et un dessèchement des feuilles et un flétrissement et un dessèchement des pousses. Une fois pleinement développées, les larves sont brun clair et couvertes de poils éparses. Les adultes sont des papillons de taille moyenne d'une envergure d'environ 20 mm, avec des ailes jaune orangé ponctuées de petites taches noires. Des symptômes caractéristiques d'infestation sont la présence d'un trou de forage sur la pseudotige, au travers duquel les chiures sont expulsées, ainsi que des pousses centrales flétries et jaunies.



Figure 47 : Foreur des pousses et dommages causés aux rhizomes de gingembre
(crédits images : Tamil Nadu Agricultural University)

Organisme de quarantaine

Le foreur des pousses est un organisme de quarantaine en Afrique (Maroc), en Amérique (Canada, Mexique et États-Unis), en Asie et en Océanie (Nouvelle-Zélande), et est recommandé comme un organisme de quarantaine en Argentine, au Brésil et au Chili. Vous trouverez de plus amples informations sur le statut de quarantaine [ici](#).

Conditions favorables

Le ravageur prolifère à des températures comprises entre 20 et 33 °C et à un taux d'humidité relative compris entre 60 et 90 %.

Cycle de vie du ravageur

Les œufs éclosent en 2 à 6 jours. Les larves se nourrissent des tissus internes du plant et mettent 12 à 16 jours pour se développer pleinement. La pupification a lieu à l'intérieur du rhizome semence ou dans l'herbe qui s'amoncelle après alimentation ; elle dure environ 7 à 10 jours. Trois générations naissent chaque année.

Surveillance/contrôle

La pose de pièges à phéromones (4 ou 5 par acre) pour différents stades de vie du ravageur est recommandée. Il doivent être installés sur des supports environ 0,3 m au-dessus de la canopée et les leurres doivent être changés une fois par mois. Les papillons attrapés doivent être comptés sur une base hebdomadaire et détruits (AES, 2014).

Lutte culturale

Vous pouvez appliquer un paillis à base de feuilles vertes pendant la phase de plantation. Vous pouvez également utiliser des feuilles de *Vitex negundo* environ 40 à 90 jours après la plantation. Contrôlez l'infestation de foreurs des pousses en utilisant une approche intégrée impliquant plusieurs mesures. Ces mesures incluent la collecte et l'élimination des larves, des masses d'œufs et des adultes, ainsi que l'égavage et l'élimination des pousses nouvellement infestées. Pour réduire encore les populations du ravageur, taillez et éliminez les pseudo-tiges récemment infestées à intervalles réguliers (toutes les deux semaines), en particulier pendant les périodes clés. Pendant le stade de développement des rhizomes, utilisez des plantes appâts comme celles de la famille de la carotte, de la famille du tournesol, du sarrasin, de la luzerne, du maïs et des arbustes pour favoriser la conservation d'agents de biocontrôle naturels. Utilisez des plantes riches en nectar avec de petites fleurs (moutarde, anis, tournesol, cumin, aneth, persil, etc.) pour repousser les ravageurs et attirer les ennemis naturels comme *Chrysoperla zastrowi sillemi*, des coccinellidés, des lépidoptères, des guêpes, des libellules, des araignées, des asilidés, des réduviidés, des mantes religieuses, des fourmis de feu et des nématodes entomopathogènes (NEP) du genre *Rhabditis*/ *Oscheius* et *Hexamermis* spp.

D'autres méthodes culturales sont utilisées occasionnellement en guise d'approches alternatives ou complémentaires pour la lutte contre les ravageurs. Leur efficacité et leur commodité peuvent varier. Par exemple :

- La création de barrières physiques autour des plants de gingembre peut aider à prévenir les infestations de ravageurs. Vous pouvez par exemple utiliser des filets à maille fine ou des tamis pour tenir les insectes éloignés, ériger des clôtures pour dissuader les ravageurs de plus grande taille, ou recourir à des couvertures de rang pour protéger la culture des ravageurs aéroportés.
- Certaines espèces végétales peuvent repousser ou dissuader les ravageurs lorsqu'elles sont cultivées à côté du gingembre. Par exemple, la plantation d'œillets d'Inde, de basilic ou de citronnelle à proximité des plants de gingembre peut contribuer à repousser les insectes. De même, la culture intercalaire de plantes qui attirent certains insectes utiles peut promouvoir le contrôle naturel des ravageurs.
- Des plantes très attrayantes pour les ravageurs peuvent être utilisées comme cultures pièges. Les ravageurs sont attirés vers ces plantes et se détournent donc de la culture de gingembre. Cette technique peut protéger le gingembre des dommages directs causés par les ravageurs.
- Pour certains ravageurs visibles et facilement accessibles, leur élimination physique à la main peut être une option. Cette solution peut s'avérer pratique pour les gros insectes ou les ravageurs tels que les escargots ou les limaces. Un dépistage régulier et une élimination manuelle peuvent aider à réduire les populations de ravageurs.
- Une modification des pratiques culturales peut contribuer à lutter contre les ravageurs. Par exemple, un espacement adéquat entre les plants de gingembre promeut une bonne circulation de l'air et réduit les conditions favorables à certaines maladies fongiques. L'ajustement des pratiques d'irrigation et de fertilisation peut également contribuer à créer des conditions sous-optimales pour les ravageurs.

Bioprotection

Conservez des agents de biocontrôle naturels comme des coccinelles, des araignées, des *Chrysopidae*, des *Trichogrammatidae*, *Bracon* spp. (stade larvaire), *Myosoma* spp. (stade larvaire), *Apanteles* spp. (stade larvaire), *Xanthopimpla* sp. (stades larvaire et pupal) pour aider à la lutte contre les ravageurs. Introduisez le parasitoïde *Trichogramma chilonis* pour renforcer la lutte biologique. Une autre solution consiste à traiter la zone affectée avec des champignons *Beauveria bassiana* ou *Metarhizium*.

Parmi les biopesticides, citons *Bacillus thuringiensis* (Bt), les produits à base de neem, ou encore le spinosad.

Lutte avec des produits phytopharmaceutiques

Les pyréthrinoïdes synthétiques tels que la deltaméthrine et la cyperméthrine sont efficaces contre un large spectre d'insectes nuisibles, dont le foreur des pousses (*Conogethes punctiferalis*). Ces insecticides perturbent le système nerveux des insectes. Les néonicotinoïdes sont systémiques et peuvent offrir une protection en étant absorbés dans les tissus végétaux et en affectant ainsi les insectes qui se nourrissent des plantes. Les organophosphates comme le malathion sont efficaces

contre les nuisibles de l'ordre des lépidoptères, mais sont à utiliser avec précaution en raison de leur impact potentiel sur l'environnement et la santé. Les régulateurs de croissance des insectes (RCI) tels que le méthoxyfénoside et le tébufénoside imitent les hormones des insectes et perturbent le développement des larves en les empêchant de devenir adultes.

Lorsque vous utilisez des produits phytopharmaceutiques chimiques, suivez toujours les instructions figurant sur l'étiquette pour les taux d'application et les ratios de dilution spécifiques au produit et à l'ingrédient actif et assurez-vous que leur utilisation est approuvée localement. La base de données de protection des cultures du COLEAD est accessible [ici](#). Elle fournit des informations à jour sur les Bonnes Pratiques Agricoles (BPA), notamment des données des essais de terrain des produits phytopharmaceutiques (PPP) du COLEAD, des fabricants de PPP et de la littérature scientifique. Des informations à jour supplémentaires sur les LMR dans divers marchés cibles peuvent être consultées via la [boîte à outils pour l'homologation des pesticides de la FAO](#).

7.3.5. POURRITURE SÈCHE FUSARIENNE (*FUSARIUM OXYSPORUM* F. SP. *ZINGIBERI*)

Description/identification

Aussi connue sous le nom de « jaunisse fusarienne » ou « fusariose », la pourriture sèche fusarienne, causée par le champignon *Fusarium oxysporum* f. sp. *Zingiberi*, est une maladie importante qui affecte la production du gingembre.



Figure 48 : Jaunisse fusarienne sur le gingembre et dommages causés aux rhizomes semences (crédits images : Vikaspedia ; Australian Centre for International Agricultural Research)

La pourriture sèche fusarienne affecte principalement les rhizomes des plants de gingembre. Les rhizomes infectés présentent des symptômes tels qu'une décoloration brune, un dessèchement, un rabougrissement et un pourrissement. La décoloration commence au niveau des extrémités des racines, puis s'étend vers le centre du rhizome. L'intensité de la décoloration brune peut varier. Les rhizomes infectés deviennent secs, plus légers, moins fermes et rabougris. Le processus de pourrissement progresse à

mesure que la maladie évolue et résulte en des rhizomes mous et pâteux qui dégagent une odeur fétide. La fusariose peut également affecter le feuillage des plants de gingembre, entraînant un jaunissement des feuilles, en commençant par les feuilles inférieures, et un retard de croissance.

Pour identifier la maladie sur le gingembre, vous pouvez recourir à une inspection visuelle et à une analyse de laboratoire. Pendant l'inspection visuelle, examinez méticuleusement les rhizomes afin de détecter une décoloration, un dessèchement, un rabougrissement ou un pourrissement. Observez également le feuillage à la recherche de symptômes comme un jaunissement et un retard de croissance. Dans certains cas, une analyse de laboratoire peut être requise pour une identification précise. Un phytopathologiste ou un laboratoire de diagnostic peut effectuer des tests, comme un isolement et une culture du pathogène à partir de tissus infectés, pour confirmer la présence de *Fusarium oxysporum* f. sp. *Zingiberi*.

Une lutte efficace contre la pourriture sèche fusarienne implique plusieurs mesures. Commencez par sélectionner des rhizomes semences exempts de maladies pour la plantation. Appliquez une rotation des cultures pour éviter la culture continue du gingembre et réduire la pression de la maladie. L'adoption de pratiques d'assainissement appropriées, telles que l'élimination et la destruction des débris végétaux infectés et la désinfection du matériel de plantation, peut aider à limiter la propagation de la maladie. Veillez en outre à un espacement adéquat entre les plants de gingembre pour favoriser une bonne circulation de l'air. Adoptez également de bonnes pratiques d'irrigation et de fertilisation afin de créer des conditions sous-optimales pour les ravageurs et les maladies. Envisagez d'appliquer des fongicides ou des agents de biocontrôle appropriés recommandés par des autorités agricoles locales pour lutter efficacement contre la pourriture sèche fusarienne.

Organisme de quarantaine

Fusarium oxysporum f. sp. *Zingiberi* n'est actuellement pas considéré comme un organisme de quarantaine.

Conditions favorables

Cette maladie se transmet par des rhizomes semences infectés et par un sol malade, sous la forme d'oospores. Les sources d'inoculum primaires sont les sections de rhizome et le sol infectés. Les tissus végétaux infectés laissés dans le champ agissent donc comme un réservoir fongique. Le pathogène prolifère par temps chaud et pluvieux et dans un sol très humide. Le développement de la maladie est favorisé par de fortes précipitations et un mauvais drainage du sol.

La pourriture sèche fusarienne peut se développer dans des conditions favorables spécifiques :

- La pourriture sèche fusarienne prolifère par temps chaud. La plage de température optimale pour le développement de la maladie est de 25-30 °C (77-86 °F). Des températures élevées créent des conditions favorables à la croissance du pathogène et à la colonisation des plants de gingembre.

- L'humidité joue un rôle majeur dans le développement et la propagation de la fusariose. Une humidité excessive ou des périodes prolongées d'humidité élevée créent un environnement propice pour le champignon. Une irrigation excessive, des sols gorgés d'eau ou de fortes précipitations peuvent stimuler la progression de la maladie.
- La pourriture sèche fusarienne sur le gingembre est favorisée par des conditions de sol légèrement acides à neutres. Un pH compris entre 5,5 et 7,0 est généralement considéré comme favorable à la maladie. Cependant, les préférences spécifiques en matière de pH peuvent varier légèrement en fonction de la variété de gingembre et de la souche locale du pathogène.
- L'utilisation de matériel de plantation infecté, comme des rhizomes ou des sections de semence, peut introduire et propager la pourriture sèche fusarienne dans une culture de gingembre. Il est primordial d'acheter du matériel de plantation sain et exempt de maladies auprès de sources fiables afin de limiter le risque d'introduction du pathogène dans le champ.
- De fortes densités de plantation ou surpeuplement de plants de gingembre peuvent créer un microclimat dans lequel la circulation de l'air est réduite, ce qui augmente le taux d'humidité et la rétention de l'humidité. Ces conditions favorisent la propagation et la gravité de la fusariose.
- Lésions ou blessures : les lésions ou les blessures sur les rhizomes de gingembre offrent des points d'entrée au pathogène. Des insectes, des nématodes ou des dommages mécaniques pendant la récolte, la manipulation ou d'autres pratiques culturales peuvent créer des ouvertures via lesquelles le champignon peut s'introduire pour infecter le plant.

Cycle de vie de la maladie, stade de culture

Pour mettre en œuvre des pratiques de lutte efficaces, il est essentiel de comprendre le cycle de vie et les stades de la pourriture sèche fusarienne. Une détection précoce, des mesures préventives et une intervention opportune à chaque stade peut limiter l'impact de la maladie et maintenir une production saine de gingembre.

La pourriture sèche fusarienne du gingembre passe par plusieurs stades au fil du cycle de culture. Le cycle de vie de la maladie peut être résumé comme suit :

- Le pathogène s'introduit dans les rhizomes de gingembre via des lésions, des blessures ou des ouvertures naturelles. De la terre contaminée, des débris végétaux infectés ou du matériel de plantation contenant des spores fongiques sont souvent les sources primaires d'infection.
- Une fois à l'intérieur du rhizome, le pathogène colonise le système vasculaire en créant un réseau de filaments fongiques appelé « mycélium ». Ce mycélium se propage dans le rhizome, provoquant une décoloration, un dessèchement et un pourrissement. Les infections peuvent commencer au niveau des extrémités des racines, puis progresser vers le centre du rhizome.
- Les rhizomes infectés agissent comme une source d'inoculum pour la propagation ultérieure de la maladie. Le pathogène peut produire des spores ou survivre

dans des structures dormantes, appelées « chlamydospores », à l'intérieur des rhizomes. Ces structures peuvent persister dans le sol ou sur des débris végétaux infectés, ce qui facilite la transmission de la maladie aux plants sains lors des saisons suivantes.

- Le pathogène peut également infecter le feuillage des plants de gingembre à mesure que la maladie progresse. Il s'introduit via des lésions ou des ouvertures naturelles sur les feuilles, ce qui se manifeste par des symptômes comme un jaunissement, un flétrissement et un retard de croissance.
- La gravité et la progression de la fusariose dépendent des conditions environnementales, des pratiques culturales et de la sensibilité des variétés de gingembre. La maladie peut continuer à se propager au sein d'une culture, ce qui se traduit par un nombre croissant de rhizomes infectés et une détérioration plus poussée des plants affectés.
- La pourriture sèche fusarienne peut infecter et affecter divers stades de la culture de gingembre :
 - Les infections peuvent se produire dans la pépinière ou pendant les premiers stades de propagation. Du matériel de plantation ou des sols de pépinière contaminés peuvent provoquer des infections initiales.
 - Après transplantation dans le champ, les plants de gingembre connaissent une croissance végétative, et la maladie peut progresser. Les rhizomes peuvent présenter des symptômes de pourriture sèche fusarienne, et l'infection du feuillage peut affecter la croissance et le développement du plant.
 - Au fil la maturation des plants de gingembre, les rhizomes se développent et s'élargissent. La pourriture sèche fusarienne peut continuer à se propager dans les rhizomes à ce stade, ce qui entraîne un pourrissement et une dégradation de la qualité du gingembre.
 - La fusariose peut être observée pendant la récolte du gingembre, les rhizomes infectés présentant des symptômes visibles de décoloration, de dessèchement et de pourriture. Les rhizomes récoltés peuvent également agir comme une source d'inoculum pour les cultures suivantes.

Surveillance/contrôle

Un dépistage périodique du champ est requis, en particulier en cas de conditions météorologiques favorables. Pour combattre efficacement la pourriture sèche fusarienne dans la production du gingembre, une détection précoce de la maladie est essentielle. En cas d'observation de symptômes visibles de fusariose sur les rhizomes de gingembre (décoloration brune, dessèchement, rabougrissement ou pourriture), une intervention rapide est nécessaire.

Une incidence élevée de pourriture sèche fusarienne dans un champ de gingembre, signe d'un nombre considérable de plants ou rhizomes infectés, requiert une action immédiate. Une forte incidence de la maladie indique un environnement favorable pour le pathogène et augmente le risque de propagation. Évaluez l'impact économique de

la fusariose sur la production du gingembre. Si la maladie cause d'importantes pertes de rendement ou compromet la qualité du gingembre, il est essentiel d'intervenir afin de limiter les pertes financières et de maintenir un produit commercialisable.

Surveillez la propagation et la progression de la pourriture sèche fusarienne dans le champ. Si la maladie progresse rapidement et affecte une zone plus étendue ou un plus grand nombre de plants, il est urgent d'intervenir pour éviter des dommages généralisés.

Lutte culturale

Pour lutter contre la pourriture sèche fusarienne dans la production du gingembre, prenez les mesures de lutte culturale suivantes :

- Pratiquez la rotation du gingembre avec des plantes non-hôtes pour briser le cycle de la maladie.
- Évacuez et détruisez les débris végétaux infectés.
- Utilisez des rhizomes de gingembre exempts de maladies.
- Évitez tout excès d'humidité et assurez un drainage adéquat, par exemple en plantant le gingembre sur des lits surélevés ou billons.
- Veillez à une bonne circulation de l'air et à une bonne pénétration de la lumière en limitant la densité de plantation.
- Désherbez régulièrement le champ de gingembre et les abords.
- Préservez la santé du sol au moyen de tests et d'amendements d'engrais et de matière organique (par exemple, compost ou biochar).
- Manipulez les plants avec précaution pour éviter les blessures.
- Suivez des protocoles de propreté et de désinfection.
- La mise en œuvre de ces mesures créera des conditions défavorables pour le pathogène et réduira ainsi l'incidence de la maladie.

Bioprotection

Voici quelques agents de biocontrôle et biopesticides pour lutter contre la fusariose dans la production du gingembre, ainsi que leur traitement correspondant et les taux d'application généraux :

- *Trichoderma* spp. peut être appliqué en traitement du sol ou en traitement des semences/rhizomes.
- *Bacillus* spp. peut être appliqué en traitement du sol ou en traitement des semences/rhizomes.
- Des rhizobactéries favorisant la croissance des plantes (RFCP) peuvent être appliquées en traitement du sol ou en traitement des semences/rhizomes.
- Pour les produits à base d'inoculants, suivez les taux et méthodes d'application recommandés mentionnés sur l'étiquette du produit ou dans la documentation fournie.

Lutte avec des produits phytopharmaceutiques

Quelques exemples de fongicides utilisés pour lutter contre la pourriture sèche fusarienne dans la production du gingembre :

- Azoxystrobine
- Métalaxyl-M
- Fludioxonil
- Pyraclostrobine
- Tébuconazole

Lorsque vous utilisez des produits phytopharmaceutiques chimiques, suivez toujours les instructions figurant sur l'étiquette pour les taux d'application et les ratios de dilution spécifiques au produit et à l'ingrédient actif et assurez-vous que leur utilisation est approuvée localement. La base de données de protection des cultures du COLEAD est accessible [ici](#). Elle fournit des informations à jour sur les Bonnes Pratiques Agricoles (BPA), notamment des données des essais de terrain des produits phytopharmaceutiques (PPP) du COLEAD, des fabricants de PPP et de la littérature scientifique. Des informations à jour supplémentaires sur les LMR dans divers marchés cibles peuvent être consultées via la [boîte à outils pour l'homologation des pesticides de la FAO](#).

Autres méthodes de lutte

- Certaines huiles essentielles, comme celles de clou de girofle, de cannelle et d'origan, présentent des propriétés antifongiques qui peuvent s'avérer efficaces contre les maladies fongiques comme la fusariose. Elles peuvent être appliquées en pulvérisation foliaire ou incorporées dans des traitements du sol. Cependant, des recherches plus poussées sont nécessaires pour déterminer leur efficacité et les taux d'application optimaux.
- L'ajout de microorganismes utiles ou d'amendements organiques dans le sol peut favoriser la santé du microbiome du sol et inhiber la croissance du pathogène. Le thé de compost, le vermicompost et le biochar sont des exemples d'amendements qui peuvent améliorer la santé du sol, promouvoir l'activité microbienne favorable, et réduire potentiellement l'incidence de la maladie.
- Les extraits de certaines plantes, comme le neem (*Azadirachta indica*), l'ail (*Allium sativum*) et le gingembre (*Zingiber officinale*), ont démontré des propriétés antifongiques et peuvent servir de biopesticides contre la pourriture sèche fusarienne. Ils peuvent être appliqués en pulvérisation foliaire ou incorporés dans des traitements des semences ou rhizomes. Cependant, leur efficacité et leurs taux d'application peuvent varier ; des recherches plus poussées sont requises pour les valider.
- La solarisation du sol, qui consiste à recouvrir le sol d'une bâche en plastique transparente pour piéger la chaleur du soleil et porter la température du sol à des niveaux létaux pour les pathogènes, peut aider à réduire la population de pathogènes terricoles, tels que les espèces de *Fusarium*. Cette pratique est généralement mise en œuvre durant les fortes chaleurs de l'été et nécessite une programmation précise et une préparation adéquate du sol.

- La plantation de cultures associées ou de cultures pièges qui possèdent une résistance naturelle ou des effets dissuasifs sur les pathogènes peut réduire l'apparition de maladies comme la fusariose. L'œillet d'Inde (*Tagetes* spp.) et la moutarde (*Brassica* spp.), par exemple, présentent des propriétés de biofumigation et peuvent être utilisés comme cultures associées pour éliminer les pathogènes terricoles.

7.3.6. POURRITURE MOLLE PYTHIENNE (*PYTHIUM* SPP.)

Description/identification

Aussi appelée « pourriture molle des rhizomes », la pourriture molle pythienne, causée par *Pythium* spp., peut avoir un impact majeur sur la production du gingembre. *Pythium* est un genre de moisissure aqueuse responsable de diverses maladies des plantes, y compris la pourriture molle pythienne du gingembre.



Figure 49 : Pourriture molle pythienne sur des plants de gingembre et des rhizomes
(crédits images : Le *et al.*, 2014)

Organisme de quarantaine

Pythium spp. n'est actuellement pas considéré comme un organisme de quarantaine.

Conditions favorables

La pourriture molle pythienne cause d'importantes pertes dans des conditions chaudes et humides. Les infestations de nématodes aggravent également la pourriture molle des rhizomes. Les jeunes pousses sont particulièrement sensibles au pathogène. Les infestations de nématodes aggravent la pourriture molle des rhizomes. Les températures supérieures à 30 °C et les taux d'humidité élevés du sol sont les principaux facteurs de prédisposition à la maladie. Un engorgement du champ du à un mauvais drainage augmente également l'intensité de la maladie (Le *et al.*, 2014).

Les conditions suivantes contribuent à l'apparition et à la gravité de la maladie :

- Les espèces de *Pythium* sont des moisissures aqueuses qui prolifèrent dans les environnements très humides.
- Un drainage inadéquat du sol aggrave la maladie. Les sols mal drainés retiennent l'eau excédentaire, ce qui provoque un engorgement. Les régions ou les saisons

très humides offrent l'humidité nécessaire pour que *Pythium* spp. puisse se développer et infecter les rhizomes de gingembre. Une humidité accrue crée un environnement favorable à la germination des spores du pathogène et à leur pénétration dans les tissus végétaux.

- La pourriture molle pythienne est favorisée par des taux d'humidité élevés. Une humidité accrue crée un environnement favorable à la germination des spores du pathogène et à leur pénétration dans les tissus végétaux.
- La plantation du gingembre dans des conditions denses ou surpeuplées peut augmenter la probabilité d'apparition de la maladie. Un surpeuplement limite la circulation de l'air autour des plants et ralentit le séchage du feuillage et du sol. Des conditions humides prolongées favorisent l'infection à *Pythium* et la propagation du pathogène, ce qui augmente l'incidence de la maladie.
- L'utilisation de rhizomes de gingembre infectés ou de matériel de plantation contaminé introduit *Pythium* spp. dans la zone de production. Les rhizomes infectés agissent comme une source d'inoculum et contribuent ainsi au développement de la maladie. Il est primordial d'utiliser du matériel de plantation sain et exempt de maladies afin de limiter le risque de pourriture molle pythienne.
- La culture continue de gingembre ou d'autres plantes sensibles dans la même zone peut entraîner une accumulation de spores de *Pythium* dans le sol. La rotation des cultures, qui consiste à cultiver différentes plantes successivement, brise le cycle de la maladie en interrompant la disponibilité de plantes hôtes pour *Pythium* et en réduisant les taux d'inoculum.

Cycle de vie de la maladie

Les espèces de *Pythium* sont capables de persister dans le sol pendant de longues périodes, étant donné qu'elles ont une vaste gamme d'hôtes. Par conséquent, les plantes sensibles peuvent malgré tout être affectées si elles sont replantées dans un champ infesté des années après des jachères ou des rotations (Le *et al.*, 2014).

- La persistance de *Pythium* dans le sol ou dans les débris végétaux infectés peut varier. Les oospores peuvent rester viables pendant plusieurs mois, voire plusieurs années, tandis que le mycélium présent dans les débris végétaux peut persister pendant une plus courte période allant généralement de quelques mois à une année, voire plus.
- Le moment de l'infection à *Pythium* dépend de facteurs tels que l'humidité du sol, la température, ou encore la présence de plantes hôtes sensibles. À partir du moment où les rhizomes entrent en contact avec le pathogène, l'infection peut avoir lieu en quelques heures ou quelques jours.
- La durée du développement de la maladie varie en fonction des conditions environnementales, de la sensibilité du cultivar de gingembre et de l'agressivité des espèces de *Pythium* impliquées. Les symptômes de la pourriture molle pythienne apparaissent généralement de quelques jours à une semaine après l'infection. Le rythme de progression et la gravité de la maladie dépendent de facteurs comme la température, les taux d'humidité et la santé globale des plants.

- La pourriture molle pythienne produit des spores, y compris des zoospores, à mesure que les rhizomes de gingembre infectés se décomposent. La production et la libération des spores ont généralement lieu d'une semaine à quelques semaines après l'infection. Les spores peuvent être disséminées par le mouvement de l'eau, l'irrigation, la pluie ou d'autres moyens et engendrer ainsi de nouvelles infections sur des plants sains.
- La durée et la propagation de la maladie dans un champ dépendent de facteurs tels que les conditions environnementales, la proximité de plantes sensibles et la disponibilité d'inoculum. Les infections secondaires peuvent se produire quelques jours à quelques semaines après la dissémination des spores.
- Dans des conditions défavorables, comme une sécheresses ou des températures basses, *Pythium* peut entrer dans une phase dormante. La dormance peut durer de quelques semaines à quelques mois, voire plus longtemps, jusqu'à ce que des conditions favorables à la croissance et à l'infection soient rétablies.
- Sur le gingembre, *Pythium* apparaît souvent sous la forme de combinaisons ou d'un complexe d'asticots. Le complexe d'asticots *Pythium* est une interaction maladie-ravageur destructrice : l'action combinée des espèces de *Pythium* (oomycètes terricoles) et des asticots (larves de mouches qui se nourrissent de racines) cause d'importants dommages à la culture. *Pythium* spp. infecte les rhizomes, provoquant une pourriture et une décomposition des tissus mous, ce qui attire des mouches, qui pondent des œufs près des tissus infectés. Les asticots émergents se nourrissent des rhizomes décomposés, ce qui aggrave les dommages et accélère les infections secondaires. Les symptômes peuvent être des lésions imbibées d'eau, une pourriture molle des rhizomes, une odeur fétide, et un retard de croissance ou la mort des plants. Des sols gorgés d'eau, un taux d'humidité élevé et un climat chaud favorisent l'émergence de ce complexe en stimulant l'activité des pathogènes comme des ravageurs. Une lutte efficace implique des pratiques de lutte intégrées, comme l'amélioration du drainage du sol, l'utilisation de lits surélevés, l'application de fongicides pour éliminer *Pythium*, et le recours à des insecticides ou à des agents de biocontrôle pour cibler les asticots. Par ailleurs, l'utilisation de matériel de plantation exempt de maladies et la pratique de la rotation des cultures peuvent aider à réduire la prévalence de ce complexe problématique.

Surveillance/contrôle

La surveillance et le contrôle de *Pythium* dans le gingembre impliquent une combinaison d'inspections du champ, d'échantillonnage du sol et d'analyse de laboratoire pour détecter les signes précurseurs de la maladie et prévenir sa propagation. Des inspections régulières du champ doivent être réalisées en se concentrant sur les symptômes comme des lésions imbibées d'eau sur les rhizomes, un flétrissement, et un jaunissement des feuilles, qui indiquent une infection potentielle à *Pythium*. Il est essentiel de réaliser un échantillonnage du sol dans différentes zones du champ de gingembre, surtout dans les portions basses ou mal drainées, où *Pythium* prolifère. Ces échantillons doivent être analysés dans un laboratoire pour identifier la présence

d'espèces de *Pythium*. L'utilisation de méthodes d'appâtage, en plaçant par exemple des tranches de gingembre dans le sol et en guettant les signes d'infection sur celles-ci, peut en outre contribuer à la détection précoce du pathogène. Il est également important de surveiller les conditions environnementales, comme l'humidité du sol et la température, car *Pythium* a tendance à proliférer dans des conditions humides et chaudes. En intégrant ces méthodes de surveillance, les producteurs peuvent contrôler efficacement *Pythium* et intervenir en temps opportun pour limiter son impact sur le gingembre.

Lutte culturale

Les pratiques culturales telles que la sélection des semences, la rotation des cultures, l'amendement organique, le labour, le billonnage, le drainage et la quarantaine permettent de contrôler la maladie tout en limitant la propagation de *Pythium* spp. La plantation de rhizomes semences exempts de maladies est la meilleure méthode pour prévenir la maladie. Cependant, il est important de noter qu'une combinaison de bonnes pratiques est nécessaire pour prévenir et contrôler la maladie.

Quelques pratiques clés à envisager :

- Évitez la culture continue de gingembre dans le même champ. Pratiquez la rotation du gingembre avec des plantes non-hôtes pour briser le cycle de la maladie et réduire l'accumulation d'inoculum (*Pythium*) dans le sol. Alternez idéalement la culture du gingembre avec la culture de plantes qui ne sont pas sensibles aux espèces de *Pythium* responsables de la pourriture molle des rhizomes.
- Préservez une bonne santé et une bonne fertilité du sol en adoptant de bonnes pratiques telles que l'ajout de matière organique, la gestion adéquate des nutriments et l'ajustement du pH du sol. Ces pratiques créent des conditions de production optimales et promeuvent des plants de gingembre sains qui sont plus résilients aux maladies, y compris aux infections à *Pythium*.
- Gérez soigneusement les pratiques d'irrigation pour éviter l'humidité excessive du sol, qui crée un environnement propice à la croissance de *Pythium*. Assurez un bon drainage du sol pour prévenir l'engorgement et la stagnation d'eau. Utilisez des méthodes d'irrigation qui fournissent l'eau directement à la zone racinaire sans mouiller excessivement le feuillage.
- Appliquez de bonnes mesures d'assainissement pour limiter la propagation et la survie de la pourriture molle pythienne. Éliminez et détruisez les débris végétaux infectés, y compris les rhizomes de gingembre présentant des symptômes de la maladie. Nettoyez et désinfectez correctement les outils, l'équipement et les machines pour prévenir la contamination et les mouvements du pathogène.
- Traitez les rhizomes semences avant la plantation pour réduire le risque de pourriture molle pythienne. Trempez les rhizomes semences dans une solution fongicide recommandée pour la lutte contre *Pythium*, en suivant les instructions du fabricant et en veillant à une couverture complète des rhizomes.
- Choisissez si possible des variétés de gingembre résistantes ou tolérantes à la pourriture molle pythienne. Consultez des experts agricoles locaux ou des

sélectionneurs de plantes pour obtenir des informations sur les variétés résistantes adaptées à votre région de production.

- Lutte efficacement contre les mauvaises herbes dans le champ de gingembre et aux alentours. Les mauvaises herbes peuvent servir d'hôtes alternatifs pour la pourriture molle pythienne et contribuer ainsi à la propagation de la maladie. Déssherbez régulièrement afin de limiter le risque d'infection et de créer un environnement propre pour les plants de gingembre.
- Optimisez la densité de plantation et l'espacement des plants de gingembre. Évitez le surpeuplement ; il peut augmenter le taux d'humidité et réduire la circulation de l'air et créer ainsi des conditions favorables au développement de la maladie. Laissez un espacement adéquat entre les plants pour favoriser la circulation de l'air et atténuer le risque d'infection.
- Adoptez de bonnes pratiques d'hygiène en maintenant le champ exempt de débris, de végétation excédentaire et de matériel de plantation inutile. Cela contribuera à réduire les sources potentielles d'infection et à créer un environnement de production plus propre pour les plants de gingembre.
- La culture intercalaire du gingembre avec certaines plantes associées qui possèdent des propriétés répulsives ou allélopathiques naturelles peut avoir un effet dissuasif sur la pourriture molle pythienne. Les œillets d'Inde (*Tagetes* spp.) et l'ail (*Allium sativum*), par exemple, sont des plantes associées connues pour leurs propriétés antifongiques.
- Guettez régulièrement les symptômes de pourriture molle pythienne dans le champ. Réalisez des inspections approfondies des plants et des rhizomes afin de détecter les premiers symptômes. Évacuez et détruisez rapidement tous les plants ou rhizomes infectés pour prévenir la propagation de la maladie.

Bioprotection

Quelques exemples d'agents de biocontrôle pour lutter contre la pourriture molle pythienne sur le gingembre :

- Champignons utiles (*Trichoderma* spp., etc.).
- Des microorganismes utiles comme *Streptomyces* spp., *Trichoderma* spp., *Gliocladium* spp. et *Chaetomium* spp. ont montré un potentiel pour éliminer *Pythium* spp. et lutter contre la pourriture molle pythienne. Ces agents de biocontrôle peuvent être appliqués en trempage du sol ou incorporés dans le milieu de plantation.
- *Bacillus* spp.
- Rhizobactéries favorisant la croissance des plantes (RFCP).
- *Pseudomonas* spp.

Certains extraits de plantes et certaines huiles essentielles ont également démontré des propriétés antifongiques et peuvent s'avérer utiles pour contrôler la pourriture molle pythienne. Des exemples sont les extraits de neem (*Azadirachta indica*), la cannelle (*Cinnamomum* spp.), l'ail et l'arbre à thé (*Melaleuca alternifolia*).

Lutte avec des produits phytopharmaceutiques

L'utilisation de fongicides peut être envisagée en dernier ressort pour lutter contre la pourriture molle pythienne. Exemples de produits :

- COC (émulsion d'huile concentrée)
- Métalaxyl-M
- Azoxystrobine
- Propamocarbe
- Fluopicolide

Lorsque vous utilisez des produits phytopharmaceutiques chimiques, suivez toujours les instructions figurant sur l'étiquette pour les taux d'application et les ratios de dilution spécifiques au produit et à l'ingrédient actif et assurez-vous que leur utilisation est approuvée localement. La base de données de protection des cultures du COLEAD est accessible [ici](#). Elle fournit des informations à jour sur les Bonnes Pratiques Agricoles (BPA), notamment des données des essais de terrain des produits phytopharmaceutiques (PPP) du COLEAD, des fabricants de PPP et de la littérature scientifique. Des informations à jour supplémentaires sur les LMR dans divers marchés cibles peuvent être consultées via la [boîte à outils pour l'homologation des pesticides de la FAO](#).

D'autres méthodes de lutte peuvent être envisagées ou combinées :

- Adoptez une approche intégrée en traitant les semences et le sol avec des agents de biocontrôle comme *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma hamatum* et *Gliocladium virens*. Cette combinaison peut réduire efficacement l'incidence de la maladie.
- Certains amendements du sol, comme le biochar ou des matières organiques spécifiques, ont été étudiés pour leur potentiel d'élimination de *Pythium spp.* et d'amélioration de la santé du sol. Ces amendements peuvent accroître les populations microbiennes utiles et créer un environnement moins favorable pour le pathogène. Cependant, l'efficacité et les méthodes d'application optimales peuvent varier ; des recherches plus poussées sont requises.
- Recouvrez le sol d'une bâche en plastique transparente pour piéger la chaleur solaire. La durée de la solarisation varie généralement de 4 à 6 semaines durant les fortes chaleurs de l'été.
- Cultivez des plantes non-hôtes à la place du gingembre pendant au moins une saison de production.
- Évacuez et détruisez les débris végétaux infectés et désinfectez les outils et l'équipement. Adoptez de bonnes pratiques d'assainissement tout au long de la saison de production.
- Laissez un espacement adéquat entre les plants, assurez une bonne gestion de l'irrigation et évitez la fertilisation excessive. Adoptez des pratiques culturales conformes aux recommandations.

- Incorporez de la matière organique favorisant la décomposition anaérobie. Les taux d'application peuvent varier en fonction de la matière organique et des recommandations spécifiques.
- Pratiquez la culture intercalaire du gingembre avec des plantes associées comme l'œillet d'Inde ou l'ail.

7.3.7. TACHE FOLIAIRE (*PHYLLOSTICTA ZINGIBERI*)

Description/identification

La tache foliaire du gingembre est une maladie courante caractérisée par l'apparition de taches sur les feuilles et qui peut causer d'importants dommages au plant si elle n'est pas contrôlée correctement. La couleur, la forme et la taille des taches peuvent varier en fonction de l'agent causal. La maladie peut affecter la capacité de photosynthèse du plant et réduire ainsi le rendement et la qualité du gingembre.

La tache foliaire, une maladie des plantes répandue, est causée par divers pathogènes fongiques et bactériens. Les principaux responsables sont *Phyllosticta* spp., et plus particulièrement *Phyllosticta zingiberi*. Ce groupe de pathogènes peut affecter un large spectre de plantes (plantes ornementales, légumes, grandes cultures, etc.).



Figure 50 : Tache foliaire du gingembre (crédits images : Tamil Nadu Agricultural University/COLEAD)

Les premiers symptômes sont généralement des taches imbibées d'eau qui deviennent ensuite blanches avec des marges brun foncé et un halo jaune. Les lésions s'élargissent, et les lésions adjacentes peuvent fusionner, provoquant ainsi la formation de zones nécrotiques. Les symptômes se manifestent souvent dans un premier temps sur les jeunes feuilles et s'étendent aux nouvelles feuilles à mesure que la maladie progresse. En cas d'infection sévère, les feuilles affectées se déchiquettent et se déforment, ce qui entraîne une importante dessiccation. La tache foliaire devient de plus en plus problématique dans de nombreuses régions d'Inde en raison de la pourriture et de la brûlure sévères des feuilles qu'elle cause.

Organisme de quarantaine

Ces espèces de maladie ne sont actuellement pas considérées comme des organismes de quarantaine.

Conditions favorables

La pluie favorise la dispersion des spores, et les fortes précipitations et les vents violents intensifient encore la dissémination des spores sur les feuilles. La température, l'humidité relative et les pluies influencent considérablement l'incidence de la maladie.

Des températures comprises entre 23 et 28 °C associées à des pluies intermittentes favorisent l'apparition de la maladie, et l'incidence de la tache foliaire est plus faible dans les plants cultivés à la mi-ombre et plus forte lorsque le gingembre est cultivé en continu sans rotation des cultures. Les conditions optimales pour les pathogènes comme *Phyllosticta* spp. varient ; chaque groupe a généralement des préférences spécifiques en matière de température, d'humidité et de pH.

Cycle de vie de la maladie

La maladie se propage par le vent, les éclaboussures de pluie et les débris de semences et de plants infectés. Une forte humidité du sol et des températures élevées sont des facteurs déterminants dans le développement de la maladie, une gravité accrue étant observée dans les zones avec un sol argileux lourd et mal drainé lors des précipitations ou de la plantation des rhizomes semences (Farm Africa, 2021).

- L'infection à *Phyllosticta* spp. se produit généralement quelques heures à quelques jours après le contact avec le pathogène.
- *Phyllosticta* spp. colonise les tissus végétaux et provoque des symptômes en l'espace de quelques jours à quelques semaines.
- La production de spores par *Phyllosticta* spp. sur les tissus végétaux infectés a généralement lieu quelques jours à quelques semaines après la colonisation.

Surveillance/contrôle

Pour surveiller et contrôler efficacement la maladie sur le gingembre, les mesures suivantes peuvent être prises :

- Réalisez régulièrement une inspection visuelle des plants et des tissus végétaux pour détecter d'éventuels symptômes, en mobilisant du personnel formé à l'identification des signes d'infection ou de dommages.
- Examinez systématiquement les cultures ou les populations de plants pour identifier et quantifier l'incidence et la gravité de la maladie au moyen d'un échantillonnage aléatoire ou d'évaluations ciblées.
- Analysez les échantillons de plants dans des laboratoires à l'aide de techniques comme la microscopie, les tests basés sur l'ADN (PCR) ou les essais immunologiques (ELISA), afin de confirmer la présence de pathogènes.
- Recourez à l'imagerie satellite ou à des drones équipés de capteurs spéciaux pour collecter des données sur la santé de la culture et les épidémies en surveillant les changements des indices de réflectance ou de végétation des plants.
- Recueillez et traitez des informations sur l'incidence, la gravité et la propagation de la maladie, en enregistrant les symptômes, en cartographiant les zones affectées et en analysant les données pour identifier des schémas ou des tendances.

- Surveillez les conditions météorologiques pour prédire les épidémies et évaluer le risque de maladie, à l'aide de stations météorologiques ou de bases de données en ligne pour la prévision des maladies.
- Établissez des parcelles stratégiquement situées ou des plants spécifiques pour surveiller la présence de la maladie et servir de système d'alerte précoce pour les épidémies potentielles.
- Engagez les agriculteurs, les jardiniers et les membres de la communauté dans la surveillance de la maladie en les invitant à déclarer les observations de la maladie, les symptômes ou les épidémies et à contribuer ainsi aux efforts de surveillance plus larges.

Pour les quatre pathogènes affectant le gingembre et responsables de la tache foliaire (*Phyllosticta* spp.), les seuils d'action suivants peuvent être appliqués :

- Si les symptômes de tache foliaire causés par *Phyllosticta* spp. affectent plus de 20 % des feuilles, appliquez des fongicides et adoptez de bonnes pratiques culturales (par exemple, espacement adéquat des plants, bonne circulation de l'air et élimination des feuilles infectées pour limiter la gravité de la maladie).

Lutte culturale

Quelques pratiques de lutte culturale pour lutter contre *Phyllosticta* spp. sur le gingembre :

- Maintenez un espacement adéquat entre les plants pour assurer une bonne circulation de l'air et réduire les taux d'humidité. Vous limiterez ainsi l'infection à *Phyllosticta* spp.
- Éliminez et détruisez les feuilles infectées, en particulier celles qui présentent des symptômes visibles d'infection à *Phyllosticta* spp., afin de réduire les taux d'inoculum dans le champ.
- Limitez l'utilisation de méthodes d'irrigation par aspersion, car celles-ci favorisent l'humidité des feuilles et créent des conditions favorables à la croissance de *Phyllosticta* spp.

Lutte biologique

Des agents de biocontrôle du genre *Trichoderma* et *Bacillus* sont des microbes utiles couramment utilisés contre la pourriture molle et la pourriture des racines causées par des pathogènes sur le gingembre (Mersha et Ibarra-Bautista, 2022).

Voici quelques recommandations d'application pour chaque agent de biocontrôle :

Bacillus amyloliquefaciens

Traitement des semences : utilisez quelques grammes de l'agent de biocontrôle par kilo de semences. Trempage du sol/pulvérisation foliaire : appliquez 1 à 5 kilos par hectare (consultez l'étiquette du produit pour des recommandations spécifiques).

Bacillus subtilis

Traitement des semences : utilisez quelques grammes de l'agent de biocontrôle par

kilo de semences. Trempage du sol/pulvérisation foliaire : appliquez 1 à 5 kilos par hectare (consultez l'étiquette du produit pour des recommandations spécifiques).

Trichoderma harzianum

- Traitement des semences : utilisez quelques grammes de l'agent de biocontrôle par kilo de semences.
- Trempage du sol/pulvérisation foliaire : appliquez 1 à 10 kilos par hectare (consultez l'étiquette du produit pour des recommandations spécifiques).

Streptomyces spp.

- Traitement des semences : utilisez quelques grammes de l'agent de biocontrôle par kilo de semences.
- Trempage du sol/pulvérisation foliaire : appliquez 1 à 5 kilos par hectare (consultez l'étiquette du produit pour des recommandations spécifiques).

Pseudomonas fluorescens

- Traitement des semences : utilisez quelques grammes de l'agent de biocontrôle par kilo de semences.
- Trempage du sol/pulvérisation foliaire : appliquez 1 à 5 kilos par hectare (consultez l'étiquette du produit pour des recommandations spécifiques).

Gliricidium spp.

- Traitement des semences : utilisez quelques grammes de l'agent de biocontrôle par kilo de semences.
- Trempage du sol/pulvérisation foliaire : appliquez 1 à 10 kilos par hectare (consultez l'étiquette du produit pour des recommandations spécifiques).

Lutte avec des produits phytopharmaceutiques

Quelques produits phytopharmaceutiques utilisés pour lutter contre la maladie sur le gingembre :

Fongicides

Azoxystrobine, métalaxyl, fluazinam et fongicides à base de cuivre.

Extraits botaniques

Huile de neem (azadirachtine), extrait d'ail, extrait d'agrumes.

Lorsque vous utilisez des produits phytopharmaceutiques chimiques, suivez toujours les instructions figurant sur l'étiquette pour les taux d'application et les ratios de dilution spécifiques au produit et à l'ingrédient actif et assurez-vous que leur utilisation est approuvée localement. La base de données de protection des cultures du COLEAD est accessible [ici](#). Elle fournit des informations à jour sur les Bonnes Pratiques Agricoles (BPA), notamment des données des essais de terrain des produits

phytopharmaceutiques (PPP) du COLEAD, des fabricants de PPP et de la littérature scientifique. Des informations à jour supplémentaires sur les LMR dans divers marchés cibles peuvent être consultées via la [boîte à outils pour l'homologation des pesticides de la FAO](#).

Autres méthodes de lutte

Voici quelques exemples d'outils supplémentaires utiles dans les stratégies de lutte contre la maladie. Bien que leur efficacité puisse varier et qu'ils ne soient peut-être pas largement adoptés, ils constituent une option intéressante :

Huiles essentielles – certaines huiles essentielles, comme celles d'origan, de thym et de cannelle, ont démontré des propriétés antifongiques et antibactériennes. Elles peuvent être diluées et appliquées en pulvérisation foliaire ou incorporées dans le sol pour aider à freiner le développement de la maladie. Cependant, leur efficacité peut varier en fonction des pathogènes spécifiques et des conditions.

Thé de compost – le thé de compost est une solution liquide produite en faisant infuser du compost dans de l'eau. Il contient des microorganismes utiles et des nutriments qui peuvent stimuler la santé du sol et réprimer certaines maladies. L'application de thé de compost en pulvérisation foliaire ou en trempage du sol contribue à renforcer la vigueur des plants et à éliminer les maladies.

Extraits et sèves de plantes – des extraits et sèves de diverses plantes, comme l'aloé vera, la papaye et le gingembre lui-même, ont été explorés pour leurs propriétés antifongiques et antibactériennes. Ces extraits peuvent être préparés et appliqués en pulvérisation foliaire ou incorporés dans le sol. Cependant, des recherches plus poussées sont requises pour déterminer leur efficacité et les méthodes d'application optimales.

Biochar – le biochar est une forme de charbon produite en chauffant de la matière organique dans un environnement privé d'oxygène. Il peut être incorporé dans le sol pour améliorer la structure du sol, la rétention de l'eau et la disponibilité des nutriments. Certaines études suggèrent que les amendements à base de biochar peuvent aussi avoir des effets suppressifs sur les maladies en altérant le microbiote du sol et en réduisant les chances de survie des pathogènes. Cependant, des recherches plus poussées sont nécessaires pour comprendre pleinement les effets du biochar sur les pathogènes spécifiques du gingembre.

7.3.8. ANTHRACNOSE (*COLLETOTRICHUM* SPP.)

Présentation et symptômes de la maladie

Causée par diverses espèces de *Colletotrichum*, l'anthracnose est une maladie fongique importante qui affecte le gingembre (*Zingiber officinale*). Le pathogène s'attaque principalement aux feuilles et aux tiges. La maladie se manifeste sous la forme de petites lésions imbibées d'eau qui se transforment en grandes taches nécrotiques irrégulières de couleur brune à noire. De petites taches jaune clair rondes à ovales apparaissent sur les feuilles ; elles s'agrandissent et fusionnent souvent

pour former de grandes zones décolorées. Les feuilles peuvent se trouer ou tomber. À mesure que la maladie progresse, les feuilles peuvent flétrir, se dessécher et tomber prématurément, et les tiges peuvent présenter des stries sombres et devenir cassantes. Dans les cas graves, l'anthracnose peut retarder la croissance, réduire les rendements et compromettre la qualité des rhizomes. Elle constitue donc une préoccupation majeure pour les producteurs de gingembre.

Conditions favorables

La maladie prolifère dans les environnements chauds et humides, avec des températures comprises entre 25 et 30 °C et une humidité prolongée du feuillage due à la pluie, à l'irrigation par aspersion ou à la rosée. Des taux d'humidité supérieurs à 85 % et une mauvaise circulation de l'air créent des conditions idéales pour la germination des spores et l'infection. Les sols humides, les fortes densités de plantation et les dommages mécaniques causés aux plants aggravent encore la maladie. L'anthracnose se transmet souvent via du matériel de plantation infecté, des éclaboussures d'eau et des outils contaminés. La désinfection et les conditions environnementales sont donc des facteurs clés dans le développement de la maladie.

Méthodes de lutte

La lutte efficace contre l'anthracnose implique une approche intégrée combinant des pratiques culturales, chimiques et biologiques. La lutte culturale consiste à utiliser du matériel de plantation exempt de maladies, à maintenir un espacement adéquat entre les plants pour une meilleure circulation de l'air, et à éviter l'irrigation par aspersion afin de limiter l'humidité des feuilles. Une rotation des cultures avec des plantes non-hôtes et une évacuation des débris végétaux infectés du champ peuvent réduire les taux d'inoculum. Des mesures de lutte chimique, comme l'application de fongicides à base de cuivre ou d'azoxystrobine, peuvent être utilisées en prévention ou dès l'apparition des premiers signes d'infection. La lutte biologique avec des organismes antagonistes comme les espèces de *Trichoderma* constitue une alternative durable. Par ailleurs, la sélection de variétés résistantes et l'adoption de bonnes pratiques d'hygiène du champ peuvent aider à réduire l'impact de la maladie au fil du temps.

7.3.9. POURRITURE DU RHIZOME (*RHIZOCTONIA* SPP.)

Présentation et symptômes de la maladie

La pourriture du rhizome, causée par *Rhizoctonia solani* et les espèces apparentées, est une maladie fongique dévastatrice qui affecte le gingembre. Elle touche principalement les rhizomes, qui pourrissent et deviennent mous, aqueux et décolorés. Les premiers symptômes sont un jaunissement des feuilles inférieures, un flétrissement et un retard de croissance des plants. À mesure que l'infection progresse, les rhizomes dégagent une odeur fétide et développent des lésions brun foncé ou noires, ce qui les rend impropres à la consommation ou à la plantation. Les infestations sévères peuvent entraîner une perte totale du produit de la récolte et donc avoir une incidence majeure

sur la production du gingembre. Les espèces de *Rhizoctonia* sont des champignons terricoles qui infectent les plantes via le sol ou les débris végétaux, causant des lésions oblongues sur les feuilles. Les lésions peuvent paraître imbibées d'eau dans un premier temps puis devenir brunes ou noires. Dans les cas graves, les taches peuvent fusionner, ce qui cause des dommages importants aux plants.



Conditions favorables

La maladie prolifère dans les environnements chauds et humides, avec des températures comprises entre 25 et 30 °C, et est aggravée par des sols gorgés d'eau ou mal drainés. Un taux d'humidité du sol élevé et de fortes précipitations constituent les conditions idéales pour l'infection et la propagation du champignon. D'autres facteurs sont la plantation de rhizomes infectés, une fertilisation excessive à base d'azote, et les blessures mécaniques causées aux rhizomes pendant la plantation ou la récolte. Le pathogène peut persister dans le sol pendant de longues périodes et est donc difficile à éradiquer une fois établi dans le sol.

Méthodes de lutte

La lutte contre la pourriture du rhizome requiert une approche intégrée combinant des pratiques culturales, chimiques et biologiques. Les pratiques culturales consistent à utiliser du matériel de plantation exempt de maladies, à améliorer le drainage du sol et à éviter l'engorgement en recourant à des lits surélevés ou à une irrigation par sillons. Assurez un drainage adéquat du champ pour prévenir l'engorgement, qui peut favoriser le développement de *Rhizoctonia* spp. Maintenez un espacement approprié entre les plants pour optimiser la circulation de l'air et limiter les contacts entre rhizomes, qui favorisent la propagation de la maladie. Utilisez des techniques de solarisation du sol avant la plantation afin de réduire la population de *Rhizoctonia* spp. dans le sol. Une rotation des cultures avec des plantes non-hôtes et une solarisation du sol avant la plantation peuvent réduire les concentrations de pathogènes. La lutte chimique consiste à traiter les rhizomes avec des fongicides avant la plantation. Des mesures de lutte biologique, comme l'incorporation d'espèces de *Trichoderma* ou de *Pseudomonas fluorescens* dans le sol, peuvent éradiquer naturellement le pathogène. L'adoption de bonnes pratiques d'hygiène du champ, y compris l'élimination des débris végétaux infectés et la stérilisation des outils, réduit encore le risque d'infection et garantit des plants de gingembre plus sains.

7.3.10. VIRUS DE LA MOSAÏQUE (CMV)

Présentation et symptômes de la maladie

Le virus de la mosaïque est une maladie virale qui affecte le gingembre et qui est causée par des pathogènes comme le virus de la mosaïque du concombre (Cucumber Mosaic Virus, CMV). La maladie se manifeste principalement sur les feuilles, avec des symptômes de motifs mosaïques irréguliers vert clair à jaunes entrecoupés de zones vert foncé. Les plants infectés peuvent présenter une croissance déformée ou freinée, une vigueur réduite et des feuilles difformes. Au fil du temps, l'infection peut entraîner des pertes de rendement importantes, car elle entrave l'efficacité photosynthétique et la santé générale du plant. Les rhizomes des plants affectés sont souvent sous-dimensionnés et de mauvaise qualité, ce qui réduit leur potentiel commercial.

Conditions favorables

La propagation du virus de la mosaïque dans le gingembre est favorisée par la présence d'organismes vecteurs, en particulier des pucerons, qui transmettent le virus en s'alimentant. Les températures élevées, les fortes densités de plantation et la présence de mauvaises herbes qui servent d'hôtes alternatifs pour le virus ou ses vecteurs augmentent le risque d'infection. L'utilisation de matériel de plantation infecté est un autre facteur clé qui contribue à la transmission de la maladie. Une fois établi, le virus persiste dans les plants infectés et la végétation environnante, ce qui le rend difficile à contrôler.

Méthodes de lutte

La lutte contre le virus de la mosaïque dans le gingembre nécessite une approche intégrée axée sur la prévention et le contrôle des vecteurs. Il est essentiel d'utiliser du matériel de plantation exempt de virus pour prévenir les infections initiales. Une surveillance et un contrôle réguliers des pucerons via l'application d'insecticides ou l'introduction d'agents de biocontrôle, comme des insectes prédateurs, peuvent aider à limiter la transmission du virus. L'élimination des mauvaises herbes et des hôtes alternatifs dans les champs de gingembre et aux abords limite les sources d'infection. La plantation de variétés de gingembre résistantes ou tolérantes, pour autant qu'elles soient disponibles, est une autre stratégie efficace. Comme il n'existe pas de remède pour les plants infectés, l'élimination et la destruction des plants symptomatiques constituent une solution rapide pour prévenir la transmission du virus. Un bon assainissement du champ et une rotation des cultures avec des plantes non-hôtes aident également à combattre la maladie à long terme.

7.3.11. VIRUS DES TACHES CHLOROTIQUES (GCFV)

Présentation et symptômes de la maladie

Le virus des taches chlorotiques est une maladie virale qui affecte le gingembre et qui est causée par le virus des taches chlorotiques du gingembre (Ginger Chlorotic

Fleck Virus, GCFV). La maladie se caractérise par l'apparition de petites mouchetures ou taches chlorotiques (jaunes) sur les feuilles. Au fil du temps, ces taches peuvent fusionner et entraîner un jaunissement étendu et une capacité de photosynthèse réduite. Les plants affectés peuvent présenter une croissance inhibée, une vigueur réduite et un sous-développement des rhizomes. Dans les cas graves, la maladie peut causer d'importantes pertes de rendement et une baisse de la qualité des rhizomes.

Conditions favorables

La transmission du virus des taches chlorotiques est généralement facilitée par du matériel de plantation infecté et la présence d'organismes vecteurs, comme les pucerons ou d'autres insectes qui se nourrissent de sève. Les conditions chaudes et humides qui favorisent la prolifération de ces vecteurs augmentent le risque d'épidémies. La plantation dense et la présence d'hôtes alternatifs ou de mauvaises herbes à proximité des champs de gingembre peuvent également contribuer à la propagation du virus. Une fois introduit, le virus persiste dans les plants infectés et peut se transmettre rapidement par propagation végétative s'il n'est pas contrôlé de manière adéquate.

Méthodes de lutte

La lutte efficace contre le virus des taches chlorotiques implique des pratiques préventives et culturales. L'utilisation de matériel de plantation certifié et exempt de virus est la première étape pour contrôler la maladie. Une surveillance et un contrôle réguliers des populations de vecteurs, plus particulièrement des pucerons, au moyen d'insecticides ou d'agents de biocontrôle, sont essentiels pour prévenir la transmission du virus. L'adoption de pratiques d'assainissement du champ, comme la destruction des plants infectés et l'élimination des mauvaises herbes servant d'hôtes alternatifs, réduit la source d'inoculum. La rotation des cultures avec des plantes non-hôtes et le maintien d'un espacement adéquat entre les plants améliorent la circulation de l'air et limitent les conditions propices à l'activité des vecteurs. Si des variétés résistantes ne peuvent pas toujours être disponibles, une recherche continue et une gestion minutieuse du champ peuvent aider à atténuer l'impact de la maladie au fil du temps.

7.3.12. FLÉTRISSEMENT BACTÉRIEN (*RALSTONIA SOLANACEARUM*, ANCIENNEMENT *PSEUDOMONAS SOLANACEARUM*)

Le flétrissement bactérien du gingembre, aussi connu sous le nom de « pourriture brune de la pomme de terre » ou de « maladie de Moko », est une maladie grave qui peut causer des pertes de rendement considérables dans la production du gingembre. Il n'existe hélas aucun traitement chimique efficace contre le flétrissement bactérien du gingembre à ce jour. Par conséquent, la lutte contre la maladie passe principalement par des mesures préventives et des pratiques culturales.



Figure 51 : Symptômes de flétrissement bactérien sur des plants et rhizomes de gingembre
(crédits images : PlantVillage ; Tamil Nadu Agricultural University)

Description/identification

Le flétrissement bactérien du gingembre, aussi connu sous le nom de « pourriture brune de la pomme de terre » ou de « maladie de Moko », est une menace importante pour la culture du gingembre. La maladie se transmet principalement par de la terre contaminée, du matériel de plantation infecté et des outils agricoles contaminés. Elle est causée par une bactérie terricole, *Ralstonia solanacearum*, qui peut persister dans le sol pendant plusieurs années, ce qui complique les efforts de lutte.

Un aperçu des symptômes associés au flétrissement bactérien sur le gingembre :

- La maladie se manifeste dans un premier temps sous la forme d'un léger jaunissement des extrémités des feuilles inférieures, puis du limbe et des bords de la gaine. Ce jaunissement s'étend ensuite à toutes les feuilles, qui finissent par faner et se dessécher.
- La région du collet des racines de gingembre présente une coloration brune translucide imbibée d'eau. Les plants infectés peuvent être facilement déracinés des rhizomes semences, et l'infection se propage progressivement du collet au rhizome.
- Les feuilles ont tendance à se faner et à se flétrir, en particulier tôt le matin, lorsque le soleil est absent. Ce symptôme est assez courant dans les plants infectés.
- La base de la pseudo-tige (structure ressemblant à une tige) devient grise, molle et imbibée d'eau. Ce symptôme peut être observé près de la ligne du sol.
- Lorsque l'on coupe le rhizome de gingembre en deux, une substance laiteuse peut suinter de l'extrémité coupée.
- Le flétrissement bactérien peut se propager rapidement et causer d'importantes pertes. En raison de la nature persistante de la bactérie dans le sol, les pratiques préventives et culturales jouent un rôle majeur dans la lutte contre la maladie. Il est essentiel de connaître ces symptômes, étant donné qu'ils peuvent varier en fonction de la variété de gingembre, des conditions environnementales et du stade d'infection. L'identification précise du flétrissement bactérien peut être confirmée au moyen de tests de laboratoire, compte tenu de la présence de plusieurs symptômes.

Organisme de quarantaine

Ralstonia solanacearum a été répertorié comme un organisme de quarantaine en Afrique (Guinée), en Amérique (Argentine et Brésil), en Europe (Géorgie, Suisse, Ukraine et Royaume-Uni), et est un organisme de quarantaine en Afrique (Maroc et Tunisie) et en Asie (Chine). De plus amples informations sont disponibles [ici](#).

Conditions favorables

Le flétrissement bactérien prolifère à des températures élevées, généralement comprises entre 25 et 30 °C. Une augmentation de la température dans cette plage favorise la croissance et la multiplication de la bactérie, ce qui accélère le développement de la maladie.

La survie et la propagation de *Ralstonia solanacearum* sont facilitées par des conditions de sol humides. De fortes précipitations, une irrigation excessive ou des sols mal drainés créent un environnement favorable pour le pathogène. Un sol gorgé d'eau ou saturé en eau permet à la bactérie de se déplacer facilement et d'infecter les racines des plantes sensibles.

Un sol à haute teneur en matière organique constitue un environnement propice à la survie et à la propagation de la maladie. La matière organique sert de source de nutriments et crée un microenvironnement favorable à la prolifération de la bactérie.

Le flétrissement bactérien peut se produire dans des sols ayant un pH élevé, mais la prévalence de la maladie est plus forte dans des sols légèrement acides à neutres (pH compris entre 5,5 et 7,0).

Ralstonia solanacearum a une vaste gamme d'hôtes et affecte diverses espèces de plantes, dont le gingembre. La présence de plantes hôtes sensibles à proximité contribue à la survie et à la propagation de la bactérie.

Le pathogène s'introduit dans les plants via des lésions, comme des coupures, des meurtrissures, ou des ouvertures naturelles. Les blessures causées par les pratiques de culture, l'alimentation des insectes ou d'autres facteurs créent des points d'entrée pour *Ralstonia solanacearum* et facilitent donc la colonisation et l'infection.

Cycle de vie de la maladie

Ralstonia solanacearum peut persister dans le sol, les débris végétaux et les biofilms, même sans hôte. La bactérie s'introduit via des blessures ou des ouvertures naturelles ou par les racines en cas de sol ou de matériel de plantation contaminé. Elle se multiplie dans les tissus vasculaires du plant et entrave ainsi le transport de l'eau. Les symptômes incluent un flétrissement, un jaunissement des feuilles et la mort du plant, en fonction de facteurs tels que la sensibilité de l'hôte et les conditions environnementales. La bactérie peut se propager dans les champs via le sol, le ruissellement des eaux et le contact entre des plants infectés et des plants sains. La dissémination longue distance se produit via du matériel ou un équipement contaminé. La bactérie reste viable dans les débris du sol ou sous forme de cellules dormantes, qui attendent des conditions favorables pour provoquer de nouvelles infections.

Surveillance/contrôle

Une surveillance régulière du champ est importante pour éviter la propagation de la maladie. Une élimination des plants infectés dès l'apparition des premiers symptômes et par la suite permet de contrôler efficacement la contamination du champ.

Pour surveiller efficacement le flétrissement bactérien causé par *Ralstonia solanacearum* tout au long de la saison de production, suivez ces recommandations. Avant de planter, évaluez l'historique et le risque potentiel du champ en vérifiant la présence de mauvaises herbes hôtes et en examinant la santé du sol. Pendant les premiers stades de croissance, inspectez régulièrement les plants pour détecter d'éventuels signes de flétrissement ou de retard de croissance. Guettez en permanence les symptômes de flétrissement bactérien au fil de la saison de production en menant des inspections visuelles approfondies. Même pendant la période de récolte, restez vigilant et vérifiez les plants récoltés pour détecter d'éventuels signes de décoloration interne ou de décomposition. Après la récolte, évaluez l'incidence de la maladie, réalisez un test du sol et planifiez les mesures futures en fonction des résultats.

Lutte culturale

Pour lutter contre le flétrissement bactérien dans la culture du gingembre, suivez ces recommandations clés :

- Pratiquez la rotation des cultures en alternant le gingembre avec des plantes non-hôtes.
- Plantez des variétés de gingembre résistantes ou tolérantes.
- Adoptez de bonnes pratiques d'assainissement et d'hygiène.
- Assurez une bonne gestion de l'irrigation.
- Contrôlez efficacement les mauvaises herbes.
- Utilisez des semences et du matériel de plantation exempts de maladies.
- Maintenez une fertilité du sol équilibrée et une teneur adéquate en matière organique.
- Limitez les blessures causées aux plants.

Lutte biologique

Pour prévenir l'apparition de la maladie dans la production du gingembre, envisagez les pratiques suivantes :

- Appliquez des rhizobactéries favorisant la croissance des plantes (RFCP) et des agents de biocontrôle comme *Pseudomonas* spp., *Bacillus* spp. et *Trichoderma* spp. aux taux recommandés en traitement des semences ou en trempage du sol.
- Utilisez des enzymes, des peptides antimicrobiens ou des composés naturels pour perturber les biofilms. Appliquez-les aux taux appropriés.
- Appliquez des agents de biocontrôle produisant des composés antimicrobiens en traitement des semences, en trempage du sol ou en pulvérisation foliaire. Suivez les taux d'application recommandés spécifiques au produit et à la culture.

- Des bactériophages spécifiques ciblant *Ralstonia solanacearum* peuvent être appliqués pour réduire les populations bactériennes. Diluez des bactériophages utiles dans de l'eau et appliquez la solution en pulvérisation foliaire ou via les systèmes d'irrigation.

Lutte avec des produits phytopharmaceutiques

Quelques exemples de produits phytopharmaceutiques :

Produits phytopharmaceutiques chimiques

Vous pouvez envisager d'utiliser des bactéricides à base de cuivre comme de l'hydroxide de cuivre ou de l'oxychlorure de cuivre.

Lorsque vous utilisez des produits phytopharmaceutiques chimiques, suivez toujours les instructions figurant sur l'étiquette pour les taux d'application et les ratios de dilution spécifiques au produit et à l'ingrédient actif et assurez-vous que leur utilisation est approuvée localement. La base de données de protection des cultures du COLEAD (e-GAP) est accessible [ici](#). Elle fournit des informations à jour sur les Bonnes Pratiques Agricoles (BPA), notamment des données des essais de terrain des produits phytopharmaceutiques (PPP) du COLEAD, des fabricants de PPP et de la littérature scientifique. Des informations à jour supplémentaires sur les LMR dans divers marchés cibles peuvent être consultées via la [boîte à outils pour l'homologation des pesticides de la FAO](#).

Autres méthodes de lutte possibles :

Solarisation du sol avec paillage en plastique et biofumigation

Planification : pendant les saisons chaudes ou en été.

Application : recouvrez le sol d'une bâche en plastique pendant 4 à 6 semaines pour chauffer le sol et contrôler les pathogènes. Si vous le souhaitez, vous pouvez aussi incorporer du matériel de plantation biofumigant.

Amendement à base de biochar

Planification : pendant la préparation du sol ou la plantation.

Application : incorporez du biochar dans le sol aux taux recommandés.

Bioaugmentation du sol avec des microbes utiles

Planification : avant ou pendant la plantation.

Application : introduisez des microorganismes utiles en traitement des semences, en trempage du sol ou comme inoculants.

Amendements du sol avec des plantes ou des extraits antagonistes

Planification : pendant la préparation du sol ou la plantation.

Application : incorporez du matériel de plantation ou des extraits antagonistes aux taux recommandés.

7.3.13. POURRITURES DE STOCKAGE AU STADE POST-RÉCOLTE (*PYTHIUM* SPP., *FUSARIUM* SPP. ET *VERTICILLIUM* SPP.)

Les pourritures de stockage causées par *Pythium* spp., *Fusarium* spp. et *Verticillium* spp. sont des maladies fongiques courantes qui affectent les plantes et les cultures pendant le stockage post-récolte. Pour prévenir ces pourritures de stockage, il est essentiel d'adopter de bonnes pratiques agricoles dans le champ et durant la manipulation post-récolte.



Figure 52 : Plants et rhizome de gingembre infectés par *Pythium* et pourriture
(crédits images : Bighaat.com ; COLEAD)

Description/identification

Les rhizomes semences stockés à des fins de semis et commerciales subissent d'importantes pertes post-récolte dans la production du gingembre (Sharma *et al.*, 2017). La maladie se manifeste dans un premier temps par des symptômes de surface, comme un flétrissement et un jaunissement. Pendant le stockage, les symptômes prennent d'abord la forme de lésions brunes aqueuses sur les parties aériennes de l'intersection rhizome-tige ou « collet ». Divers facteurs biotiques et abiotiques sont à l'origine de ces pertes. *Pythium ultimum*, *Fusarium oxysporum* et *Verticillium chlamydosporium* sont les principaux responsables des pourritures de stockage. Les champignons et les bactéries attaquent les rhizomes semences pendant le stockage, provoquant un ramollissement. Voici de plus amples informations sur chaque champignon :

Pythium spp.

- Moisissures aqueuses proliférant dans des conditions humides.
- Infectent les légumes, les fruits et les plantes ornementales.
- Causent une pourriture des racines et du collet ainsi qu'une dégradation post-récolte.
- Les symptômes sont des lésions molles imbibées d'eau entraînant la mort du plant ou une dégradation pendant le stockage.

Fusarium spp.

- Champignons terricoles survivant dans les débris végétaux ou le sol.
- Infectent les céréales, les légumes, les fruits et les plantes ornementales.
- Caused des maladies, une fusariose, une pourriture des racines et des pourritures de stockage.
- Les symptômes sont des lésions sèches enfoncées présentant une décoloration rose ou orange.
- Certaines espèces produisent des mycotoxines nocives.

Verticillium spp.

- Champignons terricoles persistant dans le sol.
- Infectent les légumes, les fruits et les grandes cultures comme les pommes de terre et les tomates.
- Caused la maladie du flétrissement vasculaire affectant le transport de l'eau et des nutriments.
- Entraînent une décoloration sèche et brunâtre des tissus internes pendant le stockage.

Organisme de quarantaine

Seules les espèces de *Fusarium* sont des organismes réglementés non de quarantaine au Royaume-Uni et en Suisse.

Conditions favorables

Pythium survit dans les débris végétaux. De fortes précipitations et le fait de planter les rhizomes dans un sol argileux lourd et mal drainé aggravent la maladie. La température optimale pour la germination des spores de *P. aphanidermatum* et de *P. myriotylum* est de 34 °C.

Cycle de vie de la maladie

Les champignons sont transportés dans les sections de semence ou dans les sols, qui sont la source d'infection primaire. La propagation secondaire de la maladie peut aussi avoir lieu via l'eau d'irrigation et des moyens mécaniques.

Surveillance/contrôle

La pourriture molle pose un sérieux défi et nécessite l'application de méthodes multiples pour une lutte et un contrôle efficaces. L'inoculum fongique se transmet de saison en saison via des rhizomes et des sols infectés. La maladie peut persister dans le sol pendant de longues périodes et rester viable durant de nombreuses années. L'application de mesures phytosanitaires devient nécessaire lorsque des symptômes de pourriture molle apparaissent dans les champs de gingembre.

Lutte culturale

Pour contrôler les pourritures de stockage, une lutte culturale est nécessaire dans le champ avant la récolte et des mesures doivent être prises pour assurer un stockage sûr :

- Pratiquez la rotation des cultures et diversifiez les cultures pour réduire l'accumulation de pathogènes.
- Assurez une bonne santé et une bonne fertilité du sol au moyen d'une gestion adéquate des nutriments et d'une incorporation de matière organique.
- Adoptez des pratiques d'irrigation appropriées pour éviter l'excès d'humidité.
- Récoltez le gingembre au bon stade de maturité et manipulez-le avec précaution pour prévenir les dommages.
- Veillez à un bon assainissement en éliminant et en évacuant rapidement tout matériel de plantation infecté.
- Stockez le gingembre dans un endroit frais, sec et bien aéré.
- Triez et calibrez le gingembre en séparant les rhizomes sains des rhizomes malades.
- Inspectez régulièrement le gingembre stocké et éliminez rapidement les rhizomes infectés.

Lutte biologique

Trichoderma spp. est le meilleur agent de biocontrôle pour la pourriture molle.

Lutte avec des produits phytopharmaceutiques

Des produits phytopharmaceutiques peuvent être utilisés dans le cadre d'une approche intégrée pour lutter contre les pourritures de stockage dans le champ et post-récolte. Quelques exemples de produits couramment utilisés :

Fongicides – appliquez des fongicides spécifiquement étiquetés pour une utilisation sur le gingembre afin de contrôler les pathogènes fongiques responsables des pourritures de stockage. Suivez les instructions figurant sur l'étiquette du produit pour les taux et les moments d'application adéquats. Des fongicides contenant de l'azoxystrobine, du métalaxyl et du fluazinam comme ingrédients actifs sont couramment utilisés pour le gingembre.

Bactéricides – si des pathogènes bactériens sont impliqués dans les pourritures de stockage, vous pouvez utiliser des bactéricides étiquetés pour le gingembre (par exemple, des formulations à base de cuivre comme de l'hydroxide de cuivre ou de l'oxychlorure de cuivre). Suivez les instructions figurant sur l'étiquette du produit pour les taux et les moments d'application adéquats.

Biofongicides/agents de biocontrôle – envisagez d'utiliser des biofongicides ou des agents de biocontrôle commercialement disponibles pour lutter contre les pourritures de stockage dans le gingembre (voir aussi les autres sections ci-dessus). Ces produits contiennent des microorganismes utiles ou des composés naturels capables

d'éradiquer les pathogènes fongiques. Suivez les instructions figurant sur l'étiquette pour les taux et les méthodes d'application précis.

Lorsque vous utilisez des produits phytopharmaceutiques chimiques, suivez toujours les instructions figurant sur l'étiquette pour les taux d'application et les ratios de dilution spécifiques au produit et à l'ingrédient actif et assurez-vous que leur utilisation est approuvée localement. La base de données de protection des cultures du COLEAD est accessible [ici](#). Elle fournit des informations à jour sur les Bonnes Pratiques Agricoles (BPA), notamment des données des essais de terrain des produits phytopharmaceutiques (PPP) du COLEAD, des fabricants de PPP et de la littérature scientifique. Des informations à jour supplémentaires sur les LMR dans divers marchés cibles peuvent être consultées via la [boîte à outils pour l'homologation des pesticides de la FAO](#).

Autres méthodes de lutte

Des directives supplémentaires pour les principaux pays producteurs de gingembre qui utilisent le biocontrôle pour lutter contre les ravageurs et les maladies sont résumées ci-dessous (Tableau 7).

Tableau 7 : Exemples de pratiques réputées soutenir la production du gingembre, y compris les cultures de couverture adéquates, les organismes utiles et la rotation des cultures observée dans les principales régions productrices de gingembre (Divyashree *et al.*, 2023 ; Rajkumar *et al.*, 2023 ; TNAU Agritech Portal ; Yanagawa *et al.*, 2022)

PAYS	CULTURES DE COUVERTURE ADÉQUATES	ORGANISMES UTILES POUR LUTTER CONTRE LES PRINCIPAUX RAVAGEURS ET MALADIES	CULTURES ROTATIVES POSSIBLES	CULTURES ROTATIVES À ÉVITER
INDE	Légumi-neuses comme le niébé (<i>Vigna unguiculata</i>), le dolique pourpre (<i>Lablab purpureus</i>), le haricot mungo (<i>Vigna radiata</i>), <i>Sesbania rostrata</i> , le kuluttha (<i>Macrotyloma uniflorum</i>) et le guar (<i>Cyamopsis tetragonoloba</i>).	<i>Trichoderma</i> spp. pour lutter contre les maladies fongiques, <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt) pour contrôler les chenilles.	Légumi-neuses (pois d'Angole, haricot urd, soja), riz, maïs, mil à chandelle, moutarde brune, fenugrec, coriandre.	Curcuma ou cardamome.
NIGERIA	Pois d'Angole (<i>Cajanus cajan</i>), niébé (<i>Vigna unguiculata</i>), dolique pourpre (<i>Lablab purpureus</i>), crotalaire effilée (<i>Crotalaria juncea</i>), pois mascate (<i>Mucuna pruriens</i>).	<i>Beauveria bassiana</i> pour lutter contre les insectes nuisibles, <i>Trichoderma</i> spp. pour contrôler les maladies fongiques. Rose d'Inde (<i>Tagetes erecta</i>) comme culture piège pour les nématodes, extraits de neem (<i>Azadirachta indica</i>) pour lutter contre les insectes nuisibles.	Maïs, niébé, sorgho, manioc, igname, gombo.	Curcuma ou cardamome.

PAYS	CULTURES DE COUVERTURE ADÉQUATES	ORGANISMES UTILES POUR LUTTER CONTRE LES PRINCIPAUX RAVAGEURS ET MALADIES	CULTURES ROTATIVES POSSIBLES	CULTURES ROTATIVES À ÉVITER
CHINE	Astragale chinoise (<i>Astragalus sinicus</i>), vesce velue (<i>Vicia villosa</i>) ou trèfles (<i>Trifolium</i> spp.).	Acarien prédateur <i>Neoseiulus cucumeris</i> et <i>Steinernema</i> spp. pour lutter contre les ravageurs terricoles, <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt) pour contrôler les chenilles. Ciboule de Chine (<i>Allium tuberosum</i>) comme plante associée pour repousser les pucerons et les tétranyques, extraits d'ail pour lutter contre les insectes nuisibles.	Maïs, soja, sésame, patate douce, blé, orge, avoine, colza.	Curcuma ou petit galanga (<i>Alpinia officinarum</i>).
NÉPAL	Espèces de <i>Sesbania</i> (<i>Sesbania rostrata</i> ou <i>Sesbania aculeata</i>) ou luzerne (<i>Medicago sativa</i>).	<i>Trichoderma</i> spp. pour contrôler les maladies fongiques, <i>Steinernema</i> spp. pour lutter contre les ravageurs terricoles. Œillet d'Inde (<i>Tagetes patula</i>) comme culture piège pour les nématodes, formulations à base de cendre pour lutter contre les insectes nuisibles. <i>Aphidius colemani</i> , une guêpe parasite, peut être introduite pour contrôler les populations de pucerons dans les champs de gingembre.	Maïs, niébé, millet, sarrasin, blé, orge, lentille, radis.	Curcuma ou cardamome.

PAYS	CULTURES DE COUVERTURE ADÉQUATES	ORGANISMES UTILES POUR LUTTER CONTRE LES PRINCIPAUX RAVAGEURS ET MALADIES	CULTURES ROTATIVES POSSIBLES	CULTURES ROTATIVES À ÉVITER
INDONÉSIE	Pois mascate, soja (<i>Glycine max</i>) ou pois sabre (<i>Canavalia gladiata</i>).	<i>Metarhizium anisopliae</i> , un champignon présent naturellement, peut être utilisé comme agent de biocontrôle contre les insectes nuisibles tels que les coléoptères et les charançons. <i>Beauveria bassiana</i> pour lutter contre les insectes nuisibles, <i>Trichoderma</i> spp. pour contrôler les maladies fongiques. Tournesol mexicain (<i>Tithonia diversifolia</i>) comme culture piège pour les pucerons, extraits de piment et d'ail pour lutter contre les insectes nuisibles.	Maïs, soja, riz, arachide, chou, concombre, pastèque.	Galanga ou curcuma.
THAÏLANDE	Crotalaire effilée (<i>Crotalaria juncea</i>), pois mascate (<i>Mucuna pruriens</i>) ou niébé.	<i>Phytoseiulus persimilis</i> , un acarien prédateur, peut être utilisé pour la lutte biologique contre les tétranyques qui infestent les plants de gingembre. <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt) pour contrôler les chenilles, <i>Steinernema</i> spp. pour lutter contre les ravageurs terrioles. Basilic thaï (<i>Ocimum basilicum</i> var. <i>thrysiflora</i>) comme plante associée pour repousser les ravageurs, extraits botaniques pour lutter contre les insectes nuisibles.	Maïs, arachide, haricot ailé, canne à sucre, taro, riz.	Curcuma ou galanga.

PAYS	CULTURES DE COUVERTURE ADÉQUATES	ORGANISMES UTILES POUR LUTTER CONTRE LES PRINCIPAUX RAVAGEURS ET MALADIES	CULTURES ROTATIVES POSSIBLES	CULTURES ROTATIVES À ÉVITER
PÉROU	Tournesol mexicain (<i>Tithonia diversifolia</i>), lupin (<i>Lupinus</i> spp.) ou vesce commune (<i>Vicia sativa</i>).	Les espèces de <i>Chrysoperla</i> (chrysopes vertes) sont des insectes utiles qui se nourrissent de pucerons et d'autres ravageurs à corps mou et sont donc un agent de biocontrôle naturel dans les champs de gingembre. Œillet d'Inde (<i>Tagetes</i> spp.) comme plante associée pour repousser les ravageurs, extraits botaniques pour lutter contre les insectes nuisibles.	Maïs, haricot, quinoa, amarante, pomme de terre, fève, orge.	Curcuma, cardamome.
BRÉSIL	Crotalaire effilée, dolique pourpre (<i>Lablab purpureus</i>), pois mascate (<i>Mucuna pruriens</i>), pois sabre blanc (<i>Canavalia ensiformis</i>)	<i>Cryptolaemus montrouzieri</i> , <i>Beauveria bassiana</i> pour lutter contre les insectes nuisibles, <i>Steinernema</i> spp. pour contrôler les ravageurs terrioles.	Maïs, haricot, arachide, manioc, sorgho, tournesol, jute.	Curcuma ou cardamome.
VIÊT NAM	Niébé, vesce velue ou soja.	Des nématodes entomopathogènes (par exemple, <i>Steinernema carpocapsae</i>) peuvent être utilisés comme agents de biocontrôle contre les insectes nuisibles terrioles tels que les larves et les charançons. <i>Trichoderma</i> spp. pour lutter contre les maladies fongiques, <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt) pour contrôler les chenilles. Vétiver (<i>Vetiveria zizanioides</i>) comme plante associée pour repousser les ravageurs, formulations à base de neem pour lutter contre les insectes nuisibles.	Maïs, arachide, soja, haricot mungo, patate douce.	Curcuma ou cardamome.







8

RÉCOLTE DU
GINGEMBRE

Qualité commerciale

La récolte consiste simplement à tirer les rhizomes de terre, à les nettoyer, puis à les faire sécher. La récolte du gingembre pendant des périodes de pluie ou de rosée est à éviter (Farm Africa, 2021). Le marché européen offre d'intéressants débouchés aux exportateurs qui respectent les réglementations de l'UE/du Royaume-Uni. Une attention particulière doit être accordée aux organismes nocifs, aux résidus de pesticides, aux métaux lourds toxiques, aux additifs alimentaires et à la fraude alimentaire. En règle générale, la poudre de gingembre doit avoir un goût et un arôme caractéristiques sans odeur de moisi ni goût rance ou amer, et doit être exempte de moisissures, d'insectes vivants ou morts, de fragments d'insectes et de contamination par des rongeurs.

Exigences obligatoires

Toutes les denrées alimentaires vendues dans l'UE, y compris le gingembre séché, doivent être sûres, comme spécifié dans la [législation alimentaire générale](#). Cette obligation s'applique également aux produits importés. Les additifs doivent être approuvés, et les contaminants nocifs, tels que les résidus de pesticides, et les concentrations excessives de mycotoxines ou de conservateurs sont interdits. Exploité par la Commission européenne, le Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF, [accessible ici](#)) sert à échanger des informations sur les dangers identifiés entre les États membres, et la base de données TRACES ([accessible ici](#)) vise à améliorer la traçabilité, l'échange d'informations sur la santé des plantes et la gestion des risques entre systèmes alimentaires. De plus amples informations sont disponibles dans les [tableaux de bord du COLEAD](#).

8.1. QUAND RÉCOLTER ?

8.1.1. MOMENT (INDICATEURS DE MATURITÉ)

La finalité pour laquelle le gingembre est produit détermine le stade de récolte. Le plant de gingembre atteint une hauteur de 60 à 120 cm. Les rhizomes semences de gingembre matures sont récoltés lorsque les têtes des plants commencent à jaunir, à se flétrir et à dépérir (Fig. 53) et que la taille de racine souhaitée est atteinte. Les rhizomes semences doivent être dodus, avec une peau sèche, brillante et de couleur brune-jaune vif. Le gingembre est également récolté conformément aux normes commerciales et/ou aux spécifications du client, en observant des intervalles pré-récolte pour l'application de produits phytopharmaceutiques (PPP) chimiques (ou autres). Il peut être récolté à deux stades de maturité différents (jeune et mature). Pour les marchés du gingembre séché, récoltez du gingembre pleinement mature 8 à 9 mois après la plantation, tandis que pour les marchés du gingembre frais, du gingembre jeune ou du bébé gingembre peut être récolté à environ 6 mois. Le bébé gingembre (Fig. 53) est récolté 5 à 7 mois après la plantation et a une faible teneur en fibres. Il est déconseillé d'utiliser ce gingembre comme matériel de plantation, étant donné qu'il se déshydrate rapidement et ne produit pas des pousses de qualité.



Figure 53 : Indicateur de maturité de récolte : feuillage jaune (crédits image : leafyplace.com)

8.2. OUTILS DE RÉCOLTE ET ÉQUIPEMENT AUXILIAIRE

Le gingembre est généralement récolté manuellement à l'aide d'une fourche ou d'un outil similaire. Lorsqu'il est récolté à la main, un couteau aiguisé est utilisé pour élaguer les racines du rhizome et réduire ainsi les dommages potentiels. Le gingembre peut aussi être récolté mécaniquement, mais le processus est plus complexe et moins courant que la récolte manuelle en raison de la nature délicate des rhizomes de gingembre et des précautions de manipulation requises pour prévenir les dommages. La récolte mécanique est généralement plus réalisable dans les grandes exploitations commerciales, où les coûts de main-d'œuvre et l'efficacité sont des préoccupations majeures.

8.3. MANIPULATION DANS LE CHAMP

8.3.1. TYPES DE CONTENANTS

Tout de suite après le déracinement, placez les rhizomes de gingembre dans des paniers propres/sacs en jute secs/remorques/contenants bien aérés pour le transport jusqu'à l'installation de transformation. Si vous utilisez des contenants en plastique (Fig. 54), faites attention à l'accumulation d'humidité, qui pourrait favoriser la formation de moisissures.



Figure 54 : Gingembre récolté placé dans des bacs revêtus de plastique (crédits image : [Discover Agriculture](#))

8.4. BONNES PRATIQUES

8.4.1. PRÉPARATION (OUTILS, MÉTHODES, HYGIÈNE, MAIN-D'ŒUVRE)

Pour précipiter une récolte précoce de gingembre mature, il est suggéré d'élaguer les têtes des plants deux (2) ou trois (3) semaines avant la récolte (Fig. 55). Des élagueuses motorisées sont disponibles dans de nombreux modèles et capacités, en fonction de l'échelle de la production de gingembre.



Figure 55 : Élagage mécanique du gingembre (crédits image : [Discover Agriculture](#))



Figure 56 : Outils de récolte manuelle du gingembre (crédits image : Rabees *et al.*, 2020)



Figure 57 : Récolte manuelle de gingembre non étêté (crédits images : [Discover Agriculture](#))



Figure 58 : Récolte manuelle de [gingembre élagué, Chine](#)



Figure 59 : Récolte manuelle de gingembre (crédits image : [AgriFarming, Inde, 2015](#))



Figure 60 : Récolte manuelle de bébé gingembre (crédits image : mofga.org)



Figure 61 : Récolte mécanique et transport de gingembre cultivé en champ
(crédits image : [Discover Agriculture](http://DiscoverAgriculture))

Les images ci-dessus présentent les opérations de récolte à différentes échelles et dans divers contextes (Fig. 56-61).

Veillez à ce que les outils de récolte et les machines soient propres et correctement réglés pour réduire la contamination par le sol et d'autres matières. Pour le bébé gingembre, ameublissez le sol sur une profondeur d'environ 30 cm (12 pouces) à partir de la base du plant à l'aide d'une pelle ou d'une fourche. Saisissez ensuite la tige près du sol et tirez délicatement le plant entier en évitant que des matières étrangères se mélangent au rhizome récolté.

Une fois déraciné, élaguez le feuillage environ un centimètre (un demi-pouce) au-dessus de l'endroit où il rejoint le rhizome (Fig. 62).

Le fait de laisser une tige plus longue permet d'accélérer le séchage des rhizomes semences. Écartez les rhizomes semences pourris et endommagés aux stades de la récolte, du conditionnement, du transport, du stockage et de la transformation pour éviter la contamination et les pertes de qualité. Si la récolte a lieu dans des conditions humides, les rhizomes semences doivent être acheminés dès que possible vers un séchoir propre. Pour assurer la traçabilité, apposez des étiquettes/une identification sur l'emballage mentionnant la variété de gingembre, le lieu de production, la date de récolte et des informations sur le producteur.



Figure 62 : Gingembre fraîchement récolté et bébé gingembre étêté à la récolte (crédits images : en haut à gauche – commons.wikimedia.org ; en haut à droite – [Horticulture Magazine](https://horticulturemagazine.com) ; en bas – COLEAD)

8.5. RENDEMENTS

8.5.1. RENDEMENTS OPTIMAUX POUR LES PRINCIPALES VARIÉTÉS DE GINGEMBRE

Les rendements du gingembre varient entre les pays et à l'intérieur même des pays, en fonction de la tolérance variétale aux ravageurs et aux maladies, du potentiel de rendement génotypique, des techniques de culture, des pratiques agricoles adoptées, des conditions de production dominantes et de la maturité. Les rendements moyens en Jamaïque centrale sont de 13-18 tm/Ha de gingembre vert, le rendement étant particulièrement faible dans les sols sablonneux. En Inde, le rendement des principales variétés plantées est similaire à celui de la Jamaïque. À Hawaï, un rendement de

44 tm/Ha est rapporté pour leurs variétés de gingembre vert plus grandes. Au Nigeria, les rendements sont compris entre 13 et 27 tm/Ha, et en Chine, entre 13 et 18 tm/Ha. Une bonne pratique consiste à surveiller la quantité et la qualité des rendements pour évaluer les tendances dans le temps.

CHECK-LIST POUR LA PRÉPARATION À LA RÉCOLTE

- Assurez-vous que le gingembre a atteint le bon stade de maturité pour le marché, et respectez les intervalles pré-récolte en cas d'utilisation d'intrants chimiques.
- Préparez votre matériel et vos outils de récolte (fourche, bacs non abrasifs ou paniers).
- Élaguez les plants avant la récolte.
- Déracinez délicatement le plant en localisant la base de la main de gingembre.
- Veillez à utiliser des outils propres et tranchants, y compris des contenants de récolte et de transport propres.
- Prévoyez des cageots ou des sacs pour faciliter le transport du produit de la récolte.
- Documentez, surveillez et comparez les rendements





GESTION
POST-RÉCOLTE
DU GINGEMBRE

9.1. INTRODUCTION

Adoptez de bonnes pratiques pour toutes les opérations post-récolte. Des procédures sont requises pour s'assurer que le produit est capable de répondre constamment aux normes et aux attentes du client. Les bonnes pratiques réduisent le risque de contamination du gingembre frais et transformé pendant la manipulation, le conditionnement, le stockage et le transport. L'adoption de Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF) ou de Transformation (BPT) pendant les opérations augmente la compétitivité du marché et l'accès à des marchés (d'exportation) haut de gamme et à des chaînes alimentaires mondiales. Les opérations de transformation incluent à présent tous les aspects de la manipulation afin d'obtenir un produit sûr et de haute qualité. Pendant les opérations, il convient de prévoir suffisamment d'activités de surveillance et de contrôle pour inspecter l'infrastructure et le personnel, évaluer les échantillons pendant la manipulation, et permettre des mesures correctives le cas échéant.

9.1.1. BONNES PRATIQUES D'HYGIÈNE ET DE MANIPULATION

Veillez à ce que les contenants soient correctement lavés, stérilisés et séchés entre les récoltes/chargements. Retirez la terre des rhizomes en les lavant à l'eau propre, faites-les sécher à l'air libre dans un espace ombragé et bien aéré, puis laissez-les mûrir.

9.1.2. PROTECTION SOLAIRE

Le gingembre mature récolté doit être placé dans un endroit frais à l'abri de la lumière directe du soleil. L'exposition à la lumière du soleil brûle le gingembre et augmente la chaleur dans le lot. De plus, le gingembre jeune a tendance à se déshydrater et doit donc également être protégé du soleil direct.

9.1.3. LAVAGE

Le gingembre non nettoyé est généralement vendu sur les marchés locaux. Les lots destinés à l'exportation nécessitent un nettoyage plus approfondi pour éliminer les débris avant le conditionnement du gingembre et prolonger ainsi la durée de conservation du produit. Les rhizomes doivent être lavés à l'eau potable ou traitée tout de suite après la récolte et avant le stockage. Le gingembre doit ensuite être séché à l'air libre avant d'être conditionné.

9.1.4. PRÉ-REFROIDISSEMENT

Les conditions de pré-refroidissement pour le gingembre varient de 12 à 14 °C. Un refroidissement est réalisé pour diminuer la chaleur résiduelle provenant du champ.

9.2. MATURATION

9.2.1. CONSIDÉRATIONS DE TEMPS, DE TEMPÉRATURE ET D'HUMIDITÉ RELATIVE

Après le lavage, le gingembre doit être placé sur des claies dans un espace bien aéré pendant 3 à 5 jours pour permettre à tous les tissus exposés, coupés ou endommagés de cicatriser et de devenir fermes avant le stockage et/ou la commercialisation. Ce processus est appelé la « maturation ». La maturation peut également contribuer à réduire la perte de poids et la décomposition post-récolte. Si le gingembre est destiné au stockage, il doit être mûri par séchage à l'air libre à 22-26 °C et 70-75 % d'humidité relative pendant 14 jours, pour permettre à la peau de s'épaissir et aux surfaces coupées de cicatriser. Il existe plusieurs techniques de séchage. Le séchage au soleil est une méthode naturelle qui consiste à utiliser le rayonnement solaire pour fournir la chaleur nécessaire au séchage du produit ; c'est la technique la plus répandue. La méthode du séchage solaire consiste à exposer directement le produit au rayonnement solaire via une couverture transparente, généralement en polymère. Le séchage solaire est à privilégier, car il aide à maintenir une qualité de rhizome plus uniforme et à réduire l'incidence de la contamination microbienne. Une maturation adéquate des rhizomes semences après la récolte est également une bonne pratique de pré-stockage pour lutter contre les nématodes, les meurtrissures des rhizomes et les pathogènes externes (Farm Africa, 2021).

9.3. TRANSPORT

Les bonnes pratiques de transport consistent à s'assurer que le véhicule qui transporte le gingembre est propre, sec et bien ventilé (s'il n'est pas réfrigéré) et qu'il répond aux normes d'hygiène (exempt de produits végétaux précédemment récoltés et d'autres matières étrangères). Le gingembre ne peut pas être transporté avec d'autres denrées susceptibles de contaminer ou de salir le produit, ou qui sont incompatibles avec le régime de température/d'humidité souhaité pour le gingembre.

Les conditions idéales dans les conteneurs de transport sont une température de 12 °C et un taux d'humidité relative compris entre 65 et 75 %. Si vous exportez le produit par la mer, il est recommandé d'ajouter 5 % de poids pour compenser la perte de poids du gingembre durant cette période. Les racines immatures ont une respiration accrue et ont donc tendance à perdre plus rapidement du poids.

9.4. STOCKAGE SUR EXPLOITATION/HORS EXPLOITATION

9.4.1. BONNES PRATIQUES DE STOCKAGE

Plusieurs facteurs, comme le calibrage, les conditions de stockage, la température, l'humidité relative et la ventilation, sont à prendre en compte pour le stockage efficace du gingembre. Si vous suivez de bonnes procédures de manipulation et de stockage post-récolte, vous pouvez stocker sans problème du gingembre de qualité pendant plusieurs mois.

Il est essentiel de stocker le gingembre à la température optimale pour éviter les blessures dues au froid, qui peuvent entraîner la perte de la couleur de peau vive et la formation de godets sur la peau. Dans les cas graves de dommages dus au froid, une décomposition interne peut se produire. D'autre part, le stockage du gingembre à température ambiante entraîne une perte rapide d'humidité, un flétrissement de la surface et une germination.

Conformément aux bonnes pratiques d'hygiène (BPH) et aux bonnes pratiques de transport (BPT), les rhizomes semences récoltés doivent être stockés dans un endroit sec, propre et exempt de ravageurs et protégés du bétail et des animaux domestiques. Si vous observez une infection pendant la surveillance, détruisez tous les rhizomes semences infectés par la pourriture molle/la pourriture bactérienne. Cet ensemble de pratiques est communément appelé « Bonnes Pratiques de Stockage » (BPS). Une déshydratation peut se produire si le gingembre est stocké à un taux d'humidité inférieur à 65 %, tandis que les taux d'humidité supérieurs à 90 % favorisent les infections par des moisissures. Il existe différentes échelles et exigences pour le stockage du gingembre tout au long du continuum pré- et post-récolte.

9.4.2. STOCKAGE EN FOSSE SUR EXPLOITATION

Les rhizomes semences récoltés de bonne qualité peut être stockés dans des fosses sur exploitation creusées à l'ombre. Le fond de la fosse doit être recouvert de sable ou de sciure (Fig. 63). Il est en outre conseillé de couvrir les parois de la fosse de couches de feuilles, telles que *Glycosmis pentaphylla* (Panal), et de recouvrir la fosse avec des frondes de cocotiers pour le stockage à long terme. La surveillance des ravageurs et des maladies doit être effectuée toutes les deux semaines (ou plus souvent en fonction des observations), et toute semence malade doit être éliminée et détruite.



Figure 63 : Stockage en fosse sur exploitation de rhizomes semences de gingembre (crédits image : The Kathmandu Post, 2022)

Les images ci-dessous montrent des exemples de stockage commercial à petite et moyenne échelle dans des sacs en filet et dans des cartons, respectivement à température ambiante (Fig. 64) et en chambre froide (Fig. 65).



Figure 64 : Stockage en vrac de gingembre mature (source : [21Food](#))



Figure 65 : Stockage de gingembre en chambre froide (crédits images : TAN Logistics)

9.4.3. COMPENSATION DE LA PERTE DE POIDS PENDANT LE STOCKAGE

Une déshydratation peut se produire si le gingembre est stocké à un taux d'humidité inférieur à 65 %. En préparation au transport maritime en conteneur frigorifique, qui peut durer plusieurs semaines, il est recommandé d'ajouter 5 % de poids aux charges unitaires pour compenser la perte de poids potentielle du gingembre pendant le stockage via la respiration. Du gingembre frais de bonne qualité peut se stocker pendant 4 à 6 mois.

9.4.4. ÉTIQUETAGE

L'identification des lots de gingembre durant les phases de semis, de plantation, de récolte, de stockage et de transport jusqu'à la commercialisation en étiquetant les emballages est essentielle pour la traçabilité de l'exploitation à la consommation. Les technologies d'étiquetage peuvent être simples (par exemple, étiquette autocollante avec inscription au stylo) ou plus sophistiquées (par exemple, emballage incorporant des boîtes pré-imprimées et/ou dotées d'un QR code). Ces dernières sont plus courantes pour les opérations de commercialisation de gingembre à grande échelle, où la demande est raisonnablement prévisible. L'étiquetage des emballages avec la marque peut contribuer à la publicité et à la promotion du producteur ou du conditionneur.

9.5. TRANSFORMATION

9.5.1. EXIGENCES EN MATIÈRE DE CENTRE DE CONDITIONNEMENT

Les opérations du centre de conditionnement regroupent diverses activités comme le nettoyage, le tri et le calibrage, les pré-traitements, le conditionnement, le refroidissement, le stockage et la distribution aux marchés. Pour ce qui est des exigences en matière d'espace de conditionnement, une directive générale est d'allouer un minimum de 20 m² de surface au sol par tonne de produit. Un espace supplémentaire est nécessaire pour l'équipement, les contenants, le stockage, les stations de lavage, les passages, l'élimination des déchets, les sanitaires et le stationnement des véhicules.

Le centre de conditionnement joue un rôle capital dans les activités d'assurance qualité qui consistent à s'assurer que le gingembre répond aux exigences du marché en termes de qualité comme de quantité. Il aide également à limiter les pertes pendant le transport et la distribution aux marchés. Il convient de noter que les producteurs de gingembre des pays en développement sont souvent confrontés à d'importantes pertes post-récolte allant de 20 à 40 % de la production. En mettant en place une organisation exploitation-centre de conditionnement-marché bien gérée, vous pouvez maximiser les opportunités commerciales, tout en limitant les pertes physiques et de qualité post-récolte.

Réception dans le centre de conditionnement

À la réception du produit, il est important d'enregistrer la source d'exploitation et le poids du produit à des fins de suivi du rendement, de traçabilité et de comptabilité. La tenue de registres joue un rôle crucial pour familiariser les groupes ou associations de petits producteurs aux Bonnes Pratiques Commerciales, en particulier lorsqu'ils s'étendent dans des marchés haut de gamme ou de niche.

Tri et calibrage

Le tri et le calibrage sont des opérations de centre de conditionnement essentielles pour le gingembre. Les caractéristiques de qualité souhaitées incluent la couleur

de peau, le volume des sections de tubercule, la brillance de la peau, et l'absence de pousses, d'imperfections, de terre et de blessures causées par des insectes. Le gingembre jeune ou « bébé gingembre », qui est jaune vif à brun, doit être très brillant avec des bourgeons végétatifs de couleur jaune-verdâtre mais sans pousses. Idéalement, le bébé gingembre doit avoir une teneur en fibres limitée, voire nulle. Lorsque vous emballez le gingembre pour l'exportation, disposez-le uniformément, et veillez à ce que la chair interne ne présente pas de taches sombres ni de germination. Des cartons dotés d'une bonne aération sont généralement utilisés pour exporter le gingembre.

Traitements post-récolte

Les traitements post-récolte sont limités pour le gingembre. Le nettoyage réduit la contamination microbienne et les dommages physiques, et la sélection de rhizomes sains prévient les infections fongiques et bactériennes pendant le stockage. Des technologies post-récolte, comme des tables de calibrage, des bassins de flottation et des tamis, optimisent les rendements commercialisables finaux. Des séparateurs à air éliminent les insectes et les matières étrangères.

L'autorisation des applications de fongicides post-récolte pour le gingembre varie en fonction des réglementations locales, des exigences d'exportation et des préférences des consommateurs. Dans de nombreux cas, ces applications sont découragées ou strictement réglementées en raison de préoccupations liées à la sécurité alimentaire, aux résidus chimiques et au respect des limites maximales de résidus (LMR) fixées par les pays importateurs ou les normes mondiales.

Si les pesticides post-récolte sont autorisés, ils doivent être utilisés conformément aux réglementations, en veillant à ce qui suit :

- Le pesticide doit être approuvé pour une utilisation sur le gingembre.
- Les taux et les moments d'application doivent être conformes aux recommandations.
- Les résidus doivent rester dans les LMR acceptables.

Si les pesticides post-récolte ne sont pas autorisés, il existe des pratiques alternatives comme :

- traitement à l'eau chaude pour réduire la charge fongique ;
- séchage et stockage adéquats pour réduire les taux d'humidité ;
- utilisation d'agents de biocontrôle ou de traitements antifongiques naturels pour limiter efficacement les pertes post-récolte dues aux maladies fongiques.

Une maturation et un stockage adéquats à 12-14 °C permettent de contrôler la qualité. La stérilisation à la vapeur est la meilleure méthode pour lutter contre la contamination microbiologique, bien qu'elle puisse affecter le goût du gingembre. Les acheteurs européens exigent souvent cette procédure. Il est essentiel que les producteurs ou exportateurs de gingembre se renseignent auprès des autorités agricoles ou de sécurité alimentaire compétentes pour savoir comment se conformer à la législation en vigueur et aux exigences du marché.

Emballage

L'emballage joue un rôle majeur dans le stockage du gingembre en contenant des rhizomes semences et matures et en prévenant la contamination, tout en permettant aux rhizomes de respirer. C'est une opération de centre de conditionnement essentielle après la maturation et le calibrage. Un emballage sous-optimal peut entraîner d'importantes pertes post-récolte. Le choix des matériaux d'emballage (Fig. 66-67) utilisés dépend de la manipulation, de la durée et des installations de stockage, des modalités de transport et des exigences du client. Quel que soit le matériau d'emballage choisi, il est important d'utiliser des contenants propres bien aérés pour limiter la condensation et maintenir un taux d'humidité adéquat. Ces conditions sont les principes fondamentaux des bonnes pratiques d'emballage et de stockage. Ces mesures aident à préserver la qualité et la fraîcheur du gingembre.



Figure 66 : Stockage en vrac de gingembre (crédits image : [Shree Agro Fresh ULO Cold Storage](#))

Les techniques d'emballage efficaces impliquent de remplir les contenants à leur capacité optimale. Un sous-emballage peut entraîner des dommages accrus dus aux vibrations et aux mouvements, tandis qu'un sur-emballage peut exercer des forces de compression excessives qui endommagent les rhizomes semences. Une fois emballé, le gingembre doit être empilé de manière stable dans un espace bien ventilé.



Figure 67 : Emballage en carton aéré pour le gingembre (crédits image : AgriFoods, Brésil)

Si vous devez stocker le gingembre pendant de longues périodes, il est conseillé d'élaborer un plan d'inspection. Les inhibiteurs de pousse chimiques sont généralement inefficaces, et les rhizomes semences germés sont plus sensibles à la moisissure. De plus, les rhizomes blessés sont sujets à la germination prématurée. Si l'irradiation à 25-50 Gy peut inhiber la germination pendant le stockage à long terme, il convient de noter que bon nombre de marchés d'exportation européens ne favorisent pas cette méthode. Le bébé gingembre est périssable et ne peut se stocker qu'environ deux semaines en chambre froide.

Dans le cas du gingembre séché, il est primordial de maintenir les taux d'humidité à maximum 10 %. Une bonne pratique de stockage consiste à placer le gingembre séché dans un espace frais et sombre et à utiliser des contenants étanches à l'air pour préserver sa qualité.

9.5.2. ACCUMULATION DE DIOXYDE DE CARBONE DANS L'ESPACE DE STOCKAGE

Le gingembre frais a tendance à s'auto-échauffer et donc à augmenter les concentrations de dioxyde de carbone (CO₂) dans l'espace de stockage en raison de sa respiration. Cela nécessite la prise de mesures de ventilation. Les concentrations de CO₂ pendant le transport ou le stockage ne peuvent pas dépasser 0,4 % par volume.

9.5.3. NORMES DE SÉCURITÉ DU GINGEMBRE (RÉSIDUS DE PESTICIDES, MYCOTOXINES, MÉTAUX LOURDS, ORGANISMES MICROBIOLOGIQUES ET ADDITIFS ALIMENTAIRES)

La législation alimentaire de l'UE met fortement l'accent sur la sécurité alimentaire. Le gingembre et le curcuma doivent se conformer à la législation alimentaire générale (règlement (CE) 178/2002). La norme de la FAO pour le gingembre (CODEX STAN 218-1999) définit des paramètres techniques pour la qualité, l'emballage, l'hygiène et les aspects phytosanitaires. Le gingembre biologique de l'UE doit respecter des exigences supplémentaires pour le marché européen du bio (règlement (UE) 2018/848).

Les additifs alimentaires doivent répondre à une législation spécifique répertoriant les substances autorisées. Les négociants et consommateurs européens préfèrent les épices sans additifs. La fraude alimentaire, y compris l'adultération du gingembre, constitue une préoccupation majeure. Pour détecter la fraude, les acheteurs européens mènent des tests rigoureux à l'aide de diverses méthodes.

Des règlements européens régissent les matériaux et objets destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires pour protéger la composition des aliments et la santé humaine (règlement (CE) 1935/2004). Le respect des critères microbiologiques est essentiel.

9.5.4. RÉGLEMENTATIONS PHYTOSANITAIRES

La « directive européenne 2019/523 » concernant les mesures de protection contre l'introduction dans la Communauté d'organismes nuisibles aux végétaux ou aux produits végétaux et contre leur propagation à l'intérieur de la Communauté exige que tous les produits importés fassent l'objet d'inspections phytosanitaires avant leur introduction dans l'Union européenne. L'inspection phytosanitaire doit avoir lieu dans le pays d'origine et le chargement doit être accompagné d'un certificat phytosanitaire.

Outre les normes reconnues à l'international, des normes volontaires privées comme des normes sociales et environnementales et des certifications telles que GLOBALG.A.P., GRASP, SMETA et BSCI sont souvent devenues une condition préalable supplémentaire pour l'importation de gingembre frais dans l'UE, par exemple.

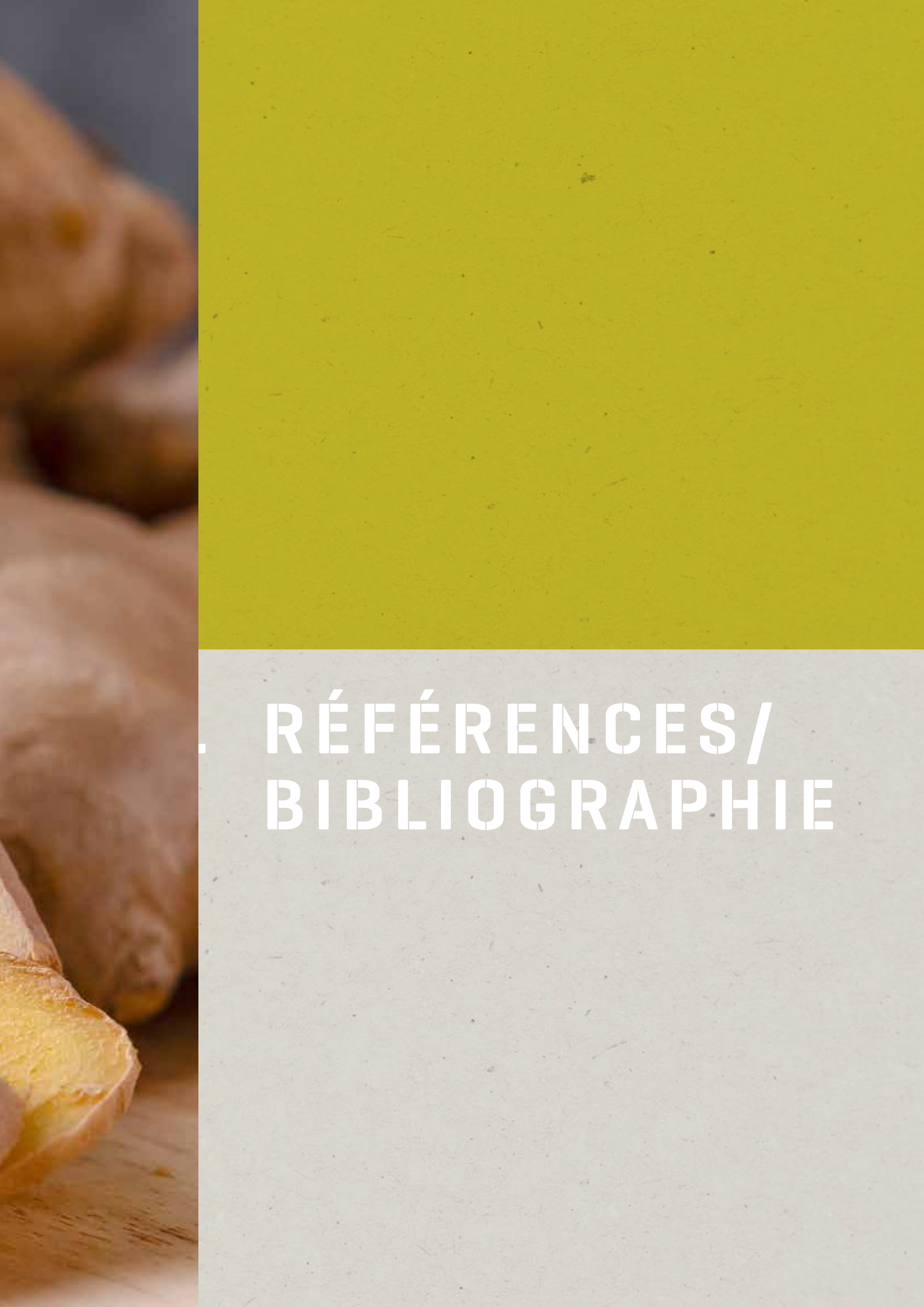
CHECK-LIST POUR LA GESTION POST-RÉCOLTE DU GINGEMBRE

- Les rhizomes semences endommagés sont plus sensibles à la germination et aux moisissures pendant le stockage.
- Conditionnez et stockez du gingembre exempt de ravageurs et de maladies pour une quantité et une qualité optimales.
- Stockez le gingembre dans des conditions optimales pour une durée de conservation maximale.
- Adoptez de bonnes pratiques de stockage.
- Connaissez les normes sanitaires et phytosanitaires du marché cible et du client.
- Documentez toutes les opérations et examinez périodiquement les tendances afin d'améliorer la gestion.

BASE DE DONNÉES DE PROTECTION DES CULTURES DU COLEAD

Lorsque vous utilisez des insecticides chimiques, suivez toujours les instructions figurant sur l'étiquette pour les taux d'application et les ratios de dilution spécifiques au produit et à l'ingrédient actif et assurez-vous que leur utilisation est approuvée localement. La base de données de protection des cultures du COLEAD est accessible [ici](#). Elle fournit des informations à jour sur les Bonnes Pratiques Agricoles (BPA), notamment des données des essais de terrain des produits phytopharmaceutiques (PPP) du COLEAD, des fabricants de PPP et de la littérature scientifique. Cette base de données regroupe les LMR fixées par l'UE et le Codex Alimentarius pour les principales cultures horticoles des pays ACP. Elle comprend également les Bonnes Pratiques Agricoles (dose, intervalle entre les traitements, intervalles pré-récolte, etc.) qui garantissent le respect de ces LMR. Des informations supplémentaires telles que le type de pesticide, le statut d'autorisation de la substance active dans l'UE et 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. Des informations à jour supplémentaires sur les LMR dans divers marchés cibles peuvent être consultées via la [boîte à outils pour l'homologation des pesticides de la FAO](#).





RÉFÉRENCES/ BIBLIOGRAPHIE

1. Australian Awards Short Courses: Agribusiness (2018). *Nigerian Ginger Value Chain*. University of Queensland (UQ) CRICOS Provider No 00091C. Australie.
2. Bacterial wilt: ginger. The crop diseases of sikkim himalayas. <https://bioinformaticssikkim.gov.in/Crop%20Diseases/GINGER%202.html>
3. CABI Compendium. (Juin 2016). *Zingiber officinale (ginger)*. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.57537>
4. CBI Ministry of Foreign Affairs. (6 décembre 2022). *Entering the European market for dried ginger*. Consulté le 25/01/2022 sur <http://www.cbi.eu/market-information/spices-herbs/dried-ginger/market-entry>
5. Chandrashekhar, G. (2021). Just Agriculture Agricultural Newsletter Vol.1 Issue 10. Article ID : 33. e-ISSN : 2582-8223. Consulté.
6. Cioni, Franco & Maines, Gianfranco. (2010). Weed Control in Sugarbeet. *Sugar Tech*. 12. 243-255. 10.1007/s12355-010-0036-2.
7. Collinge, B.D.; Jensen, F.D.; Rabiey, M.; Sarrocco, S.; Shaw, W.M.; Shaw, H.R. Biological control of plant diseases—What has been achieved and what is the direction? *Plant Pathol*. 2022, 71, 1024-1047.
8. Dafni, A. & Böck. B. (2019). Medicinal plants of the Bible—revisited. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 15(57). 1-14. <https://doi.org/10.1186/s13002-019-0338-8>
9. Dewanarayana, T. B. & Wimalaratana, W. (2019). Challenges and prospects of ginger farming in Sri Lanka with special Reference to Plogahawela Divisional Secretariat division. *International Journal of Business, Economics and Law*, 17(3). <https://www.semanticscholar.org/paper/challenges-and-prospects-of-ginger-farming-in-sri-Dewanarayana/744fb3a2919e6ecd3dB4f44db30f56cc9133f75>
10. Divyashree N, Poojashree S, Venukumar S, et al. (2023) Sustainable Ginger Production through Integrated Nutrient Management. *Ginger - Cultivation and Use*. IntechOpen.
11. Divyashree, N., Poojashree, S., Venukumar, S. & Vishwanath, Y.C. (2022). *Sustainable Ginger Production through Integrated Nutrient Management*. IntechOpen. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.107179>
12. FAO. (2018). *The 10 Elements of Agroecology: Guiding the Transition to Sustainable Food and Agricultural Systems*. <http://www.fao.org/3/19007en.pdf>
13. FAO. 2019. Ginger farming guide – GCP/RAS/296/JPN. Bangkok.
14. Farm Africa. (Avril 2021). *Management of Ginger Bacteria Wilt and Leaf Spot Disease; A manual for Agriculture Extension Workers and Practitioners*. Éthiopie. Farm Africa.
15. Ginger Production. http://www.agriculture.gov.vc/agriculture/images/stories/PDF_Documents/Ginger-Production.pdf
16. Horita, M., Kobara, Y., Yano, K., Hayashi, K., Nakamura, Y., Iiyama, K., Oki, T. (2023). Comprehensive Control System for Ginger Bacterial Wilt Disease Based on Anaerobic Soil Disinfestation. *Agronomy*, 13, 1791.
17. Integrated pest and disease management in ginger (2008). (IPM)/State Bio Control

Lab, Food Security and Agriculture Development, Department / Horticulture and Cash Crops Development Department. Tadong, Gangtok, Sikkim oriental.

18. Integrated Pest and Disease Management in Ginger. <https://www.sikkimagrisnet.org/General/UploadedFiles/RecentPublications/22.pdf>
19. Köhler's Medizinal-Pflanzen in naturgetreuen Abbildungen mit kurz erläuterndem Texte : Atlas zur Pharmacopoea germanica, austriaca, belgica, danica, helvetica, hungarica, rossica, suecica, Neerlandica, British [pharmacopoeia](#), zum Codex medicamentarius, sowie zur Pharmacopoeia of the United States of America.
20. Lalitha, K., Venkatesan, S., Balamuralikrishnan, B. & Shivakumar, M. (2022). Isolation and biocontrol efficacy of entomopathogenic nematodes *Steinernema carpocapsae*, *Steinernema monticolum* and *Rhabditis blumi* on lepidopteran pest *Spodoptera litura*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 39, 1'15. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2022.102291>.
21. Li, L., Chen, F., Yao, D., Wang, J., Ding, N. & Liu, X. (2010). *Balanced Fertilization for Ginger Production– Why Potassium Is Important*. *Better Crops with Plant Foods*, 94 (1).
22. Lujia Li, Fang Chen, Dianli Yao, Jiajia Wang, Nan. (2010). Balanced fermentation for ginger production – why potassium is important. *Better Crops/Vol. 94* (2010, No. 1). [http://www.ipni.net/publication/bettercrops.nsf/0/16493F0A984F8C5385257980006ED7C0/\\$FILE/Better%20Crops%202010-1%20p25.pdf](http://www.ipni.net/publication/bettercrops.nsf/0/16493F0A984F8C5385257980006ED7C0/$FILE/Better%20Crops%202010-1%20p25.pdf)
23. Manpreet, J., Kaur, R., & Seema, S. (2018). Scientific Cultivation of Ginger (*Zingiber officinalis*). Dans le livre : *Advances in Vegetable Agronomy* (pp.191-197). Éditions : Director Indian Agricultural Research Institute New Delhi-110 012, Inde & Indian Council of Agricultural Research Department of Agricultural Research and Education Ministry of Agriculture, Government of India New Delhi-110 001, Inde.
24. Marsh, L. E., Ali, M., Smith, B. D., & McKenzie-Reynolds, P. (2023). High-tunnel Organic Ginger: Response to Propagation Material, Fertilizer, and Prepropagation Rhizome Storage. *HortScience*, 58(4), 419-427.
25. Meenu, G. & Jebasingh, T. (2020). Diseases of ginger. Dans : H. Wang (Ed.), *Ginger Cultivation and its antimicrobials and pharmacological potentials* (pp. 1-32). IntechOpen.
26. Mersha, Z, Ibarra-Bautista, M.A. (2022). Evaluation of Selected Biological and Chemical Treatments against Soil-Borne Diseases of Ginger in High Tunnel Production. *Horticulturae*, 2022, 8(870). <https://doi.org/10.3390/horticulturae8100870>
27. Mersha, Z. & Ibarra-Bautista, M. A. (2022). Evaluation of Selected Biological and Chemical Treatments against Soil-Borne Diseases of Ginger in High Tunnel Production. *Horticulturae*, 8(870), 1-14. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8100870>
28. Mohansingh, R. (Mai 2016). Ministry of Agriculture, Land & Fisheries, Trinité-et-Tobago. Ginger Production. <https://agriculture.gov.tt/publication/ginger-production>
29. Organic farming horticulture crops: Ginger. (2008). TNAU Agritech Portal. https://agritech.tnau.ac.in/ta/org_farm/orgfarm_ginger.html. Consulté en mars 2023.
30. Paull, R.E. & Chen, C. C. (2015). Ginger: Postharvest Quality-Maintenance

Guidelines *Vegetable and Root Crops*, VC-2 (pp. 1-2). <https://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/VC-2.pdf>

31. Phu Le, D., Smith, M., Hudler, G. W. & Aitken, E. (2014). Pythium soft rot of ginger: Detection and identification of the causal pathogens, and their control. *Crop Protection*, 65, 153-167. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2014.07.021>
32. Prasath D, Matthews A, O'Neill WT, Aitken EAB, Chen A. (2023). Fusarium Yellows of Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) Caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *zingiberi* Is Associated with Cultivar-Specific Expression of Defense-Responsive Genes. *Pathogens*. 12(1):141. <https://doi.org/10.3390/pathogens12010141>
33. Ram, C. & Govind, S. (2015). Effect of mulching on yield of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.). *Journal of Spices and Aromatic Crops* 10.
34. Rashid Pervez, Rajkumar, ... T.I. Olabiyi, Rahman Khan, Mujeebur, Quintanilla, Marisol, dans : [Nematode Diseases of Crops and their Sustainable Management](#), (2023). Chapter 20 - Nematode problems in major spice crops and their sustainable management. Éditions : Academic Press.
35. Reddy, J. (13 novembre 2018). *Ginger Cultivation Project Report, Farming Economics*. <https://www.scribd.com/document/505783751/Ginger-Cultivation-Project-Report-Farming-Economics-Agri-Farming>
36. Rural Agricultural Development Authority (RADA), Government of Jamaica. *Growing Ginger in Jamaica*. Consulté le 01/03/2023 sur <https://www.rada.gov.jm/growing-ginger-jamaica>
37. Saravanakumar, D. (2021). *A guide to good agricultural practices for commercial production of ginger under field conditions in Jamaica*. Kingston, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb3365en>
38. Satyagopal, K., Sushil, S.N., Jeyakumar, P., Shankar, G., Sharma, O.P., Sain, S.K., Boina, D.R., Srinivasa Rao, N., Sunanda, B.S., Ram Asre, Kapoor, K.S., Sanjay Arya, Subhash Kumar, Patni, C.S., Chattopadhyay, C., Jacob, T.K., Jadav, R.G., Abhishekh Shukla, Usha Bhale, Singh, S.P., Khan, M.L., Sharma, K.C., Dohroo, N.P., Suseela Bhai, K., Santosh J. Eapen, Hanumanthaswamy, B.C., Srinivas, K.R., Thakare, A.Y., Halepyati, A.S., Patil, M.B. & Sreenivas, A.G. (2014). *AESA based IPM - Ginger*. National Institute of Plant Health Management, Rajendranagar, Hyderabad – 500 030, Inde.
39. Shyka, P. Growing Ginger, Winter 2011-2012. <https://www.mofga.org/resources/herbs/growing-ginger/>. Consulté le 10/04/2023.
40. Singh, A., Singh, R., Singh, A., Singh, V., Rawat, S., Mehta, K., Kumar, A., Gupta, M., & Thakur, S. (2014). Bio-mulching for ginger crop management: Traditional ecological knowledge led adaptation under rainfed agroecosystems. *Indian journal of traditional knowledge*. 13(2). 111-122.
41. SureChain. (Décembre 2020). Value Chain Analysis Nigeria Ginger, DRAFT REPORT - VCA Ginger In Nigeria. http://www.cbi.eu/sites/default/files/market_information/researches/2020%20VCA%20Nigeria%20Ginger.pdf
42. Thakur, N. & Sharma, G. C. (2020). Status of Plant Parasitic Nematodes in Ginger

Fields of Himachal Pradesh. International Journal of Science, Environment and Technology, 4(4), 976-979.

43. Thankamani, C. K., K. Kandiannan, S. Hamza and K. V. Saji. (2016). Effect of mulches on weed suppression and yield of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Scientia Horticulturae* 207, 125-130.
44. Centre pour la promotion des importations en provenance des pays en développement (CBI). (Décembre 2020). Value Chain Analysis Nigeria Ginger – Draft Report. Consulté le 01/03/2023 sur <https://www.cbi.eu/market-information/spices-herbs/vca-nigeria-ginger-2020>
45. USAID-Feed the Future. (Mai 2019). *Avocado Production Manual*. Consulté le 02/02/2023 sur https://fintracu.fintrac.com/sites/default/files/tech_manuals/Fintrac%20U_Avocado%20Production%20Manual.pdf
46. Walsh, M., Salter, W. & Coleman, G. (2022). May Site-specific weed control for ginger cropping systems. AgriFutures Australia project no. PRJ-011627.
47. Yanagawa A, Krishanti NPRA, Sugiyama A, Chrysanti E, Ragamustari SK, Kubo M, Furumizu C, Sawa S, Dara SK, Kobayashi M. Control of Fusarium and nematodes by entomopathogenic fungi for organic production of *Zingiber officinale*. *J Nat Med*. 2022 Jan;76(1):291-297. doi : 10.1007/s11418-021-01572-4. ePub 5 octobre 2021. PMID : 34609693.
48. Yuliar, Nion YA, Toyota K. Recent trends in control methods for bacterial wilt diseases caused by *Ralstonia solanacearum*. *Microbes Environ*. 2015;30(1):1-11. doi : 10.1264/jsme2.ME14144. ePub 26 mars 2015. PMID : 25762345 ; PMCID : PMC4356456.
49. Yusong Jiang, Qinhong Liao, Honglei Li, Yong Zou. (2018). Ginger: Response to pathogen-related diseases, *Physiological and Molecular Plant Pathology*, Volume 102, Pages 88-94, ISSN 0885-5765. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2017.12.003> (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0885576517302904>)



GROWING PEOPLE

AOÛT 2025