



Organisation des Nations Unies
pour l'alimentation
et l'agriculture

CRÉER DES CHAÎNES DE VALEUR
MONDIALE RESPONSABLES
POUR DES FRUITS TROPICAUX
DURABLES

Adaptation au changement climatique dans le secteur des fruits tropicaux: guide technique adressé aux producteurs et exportateurs d'ananas



**Adaptation au changement
climatique dans le secteur
des fruits tropicaux:
guide technique adressé aux
producteurs et exportateurs d'ananas**

Citer comme suit:

FAO. 2024. *Adaptation au changement climatique dans le secteur des fruits tropicaux: guide technique adressé aux producteurs et exportateurs d'ananas*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc9310fr>

Les appellations employées dans ce produit d'information et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) aucune prise de position quant au statut juridique ou au stade de développement des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. Le fait qu'une société ou qu'un produit manufacturé, breveté ou non, soit mentionné ne signifie pas que la FAO approuve ou recommande ladite société ou ledit produit de préférence à d'autres sociétés ou produits analogues qui ne sont pas cités.

Les opinions exprimées dans ce produit d'information sont celles du/des auteur(s) et ne reflètent pas nécessairement les vues ou les politiques de la FAO.

ISBN: 978-92-5-138658-3

© FAO, 2024



Certains droits réservés. Cette œuvre est mise à la disposition du public selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution-Pas d'Utilisation Commerciale-Partage dans les Mêmes Conditions 3.0 Organisations Intergouvernementales (CC BY NC SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/legalcode.fr>).

Selon les termes de cette licence, cette œuvre peut être copiée, diffusée et adaptée à des fins non commerciales, sous réserve que la source soit mentionnée. Lorsque l'œuvre est utilisée, rien ne doit laisser entendre que la FAO cautionne tels ou tels organisation, produit ou service. L'utilisation du logo de la FAO n'est pas autorisée. Si l'œuvre est adaptée, le produit de cette adaptation doit être diffusé sous la même licence Creative Commons ou sous une licence équivalente. Si l'œuvre est traduite, la traduction doit obligatoirement être accompagnée de la mention de la source ainsi que de la clause de non-responsabilité suivante: «La traduction n'a pas été réalisée par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). La FAO n'est pas responsable du contenu ni de l'exactitude de la traduction. L'édition originale [langue] est celle qui fait foi.»

Tout litige relatif à la présente licence ne pouvant être résolu à l'amiable sera réglé par voie de médiation et d'arbitrage tel que décrit à l'Article 8 de la licence, sauf indication contraire contenue dans le présent document. Les règles de médiation applicables seront celles de l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (<http://www.wipo.int/amc/fr/mediation/rules>) et tout arbitrage sera mené conformément au Règlement d'arbitrage de la Commission des Nations Unies pour le droit commercial international (CNUDCI).

Matériel attribué à des tiers. Il incombe aux utilisateurs souhaitant réutiliser des informations ou autres éléments contenus dans cette œuvre qui y sont attribués à un tiers, tels que des tableaux, des figures ou des images, de déterminer si une autorisation est requise pour leur réutilisation et d'obtenir le cas échéant la permission de l'ayant-droit. Toute action qui serait engagée à la suite d'une utilisation non autorisée d'un élément de l'œuvre sur lequel une tierce partie détient des droits ne pourrait l'être qu'à l'encontre de l'utilisateur.

Ventes, droits et licences. Les produits d'information de la FAO sont disponibles sur le site web de la FAO (www.fao.org/publications) et peuvent être achetés sur demande adressée par courriel à: publications-sales@fao.org. Les demandes visant un usage commercial doivent être soumises à: www.fao.org/contact-us/licence-request. Les questions relatives aux droits et aux licences doivent être adressées à: copyright@fao.org.

Table des matières

Abréviations, sigles et acronymes	vii
Remerciements	viii
Résumé exécutif	xi
Chapitre 1.	
Introduction au guide	1
1.1 Portée mondiale du changement climatique et de ses effets sur l'agriculture: pourquoi s'adapter?	1
1.2 Le changement climatique et ses effets sur la production et le commerce mondiaux des fruits tropicaux	3
1.3 L'ananas, un fruit tropical important pour l'exportation, exposé aux effets du changement climatique	7
1.4 Le projet Fruits responsables et la Stratégie de la FAO relative au changement climatique	8
1.5 Objet du guide et public cible	10
1.6 Méthodologie et limites du présent guide	11
1.7 Structure du guide	12
Chapitre 2.	
Portée du guide	13
2.1 Production et exportation d'ananas	13
2.2 Tendances climatiques affectant les principaux pays producteurs et exportateurs	16
2.3 Contributions déterminées au niveau national et l'importance des plans nationaux d'adaptation pour le secteur agricole	22
Chapitre 3.	
Risques climatiques pesant sur la production d'ananas	27
3.1 Températures	28
3.2 Précipitations	31
3.3 Santé des sols	33
3.4 Vents forts	34
3.5 Ravageurs et maladies	34
3.6 Floraison précoce	35



Chapitre 4.	
Stratégies d'adaptation de la production d'ananas au changement climatique	37
4.1 Agroforesterie	39
4.2 Contrôle de la floraison naturelle par induction artificielle	41
4.3 Rotation des cultures	43
4.4 Systèmes de drainage	45
4.5 Systèmes d'alerte précoce et systèmes de suivi	48
4.6 Lutte intégrée contre les ravageurs	51
4.7 Cultures intercalaires	58
4.8 Gestion intégrée des ressources en eau à usage agricole	59
4.9 Paillage et cultures de couverture	63
4.10 Protecteurs solaires	67
4.11 Gestion des déchets	71
4.12 Brise-vent et clôtures vivantes	74
Chapitre 5.	
Analyse et conclusions	79
Annexe 1	
Suggestions de ressources	87
Publications et articles techniques et d'orientation	87
Boîtes à outils et sites web	89
Notes stratégiques et publications intégrales	91
Références bibliographiques	92

Figures

1. Principaux fruits tropicaux: part des quantités exportées (préliminaires) en 2022 par type, mesurée en milliards d'USD, dollars constants (2014-2016) et tonnes	7
2. Carte de la répartition mondiale de la production d'ananas	14
3. Quantités d'ananas exportées depuis les principaux pays exportateurs, 2018-2022 (données préliminaires pour 2022)	15
4. Températures moyennes projetées à l'horizon 2100, par modèle SSP et pays producteur d'ananas	17
5. Précipitations projetées à l'horizon 2100, période de référence 1995-2014, pour les pays producteurs d'ananas	18
6. Taux d'évolution des précipitations à l'horizon 2100 basé sur le modèle SPP2-4.5 dans les pays producteurs d'ananas	18
7. Points d'entrée du secteur privé dans la planification des CDNN liées aux secteurs agricoles, par région et sous-secteur	24
8. Plantation d'ananas dans le cadre d'un système d'agroforesterie au Ghana	39
9. Système de drainage de surface par fossé à ciel ouvert	46
10. Système de drainage souterrain constitué de canalisations enterrées	47
11. Un système de drainage efficace et le contrôle du niveau d'eau sont essentiels pour la culture de l'ananas dans le delta du Mékong, de faible altitude, au Viet Nam	48
12. Flux d'information dans le cadre d'un système d'alerte précoce	49
13. Élimination mécanique des adventices au Kenya	57
14. Système intercalaire d'ananas et de maïs, au Mexique	58
15. Le <i>keyline</i> design, un exemple de gestion intégrée de l'eau dans le secteur agricole	60
16. Exemple de déchets agricoles issus de plants d'ananas destinés à être utilisés à des fins de paillage	64
17. Utilisation de paillage plastique et de cultures de couverture dans une plantation d'ananas au Ghana	65
18. Tracteur équipé de matériel modifié pour installer un paillage à base de plastique argenté, utilisé dans la culture de l'ananas en Malaisie	66
19. Utilisation de différents filets d'ombrage pour protéger les ananas du soleil	69
20. Des couvertures en plastique réutilisables sont utilisées pour empêcher les brûlures du soleil sur des ananas MD-2 en Malaisie	69
21. Système de production d'ananas sous un ombrage naturel, à l'ouest du Mexique	70
22. Sous-produits de l'ananas extraits des différentes parties du fruit	72
23. Sandales fabriquées à partir de résidus d'ananas par ASOPROPIMOPLA, en République dominicaine	73
24. Conception de clôtures vivantes ou de brise-vent associant arbres et arbustes	74
25. Utilisation de vétiver (<i>Chrysopogon zizanioides</i>) comme clôture vivante dans les canaux de drainage	75

Tableaux

1. Effets du changement climatique sur la phénologie des cultures fruitières	4
2. Présentation des tendances relatives aux températures et aux précipitations associées au changement climatique dans les pays producteurs d'ananas sélectionnés	19
3. Résumé du soutien fourni par le programme PNA-Ag aux pays en vue de l'élaboration de leurs nationaux d'adaptation	25
4. Principaux risques climatiques et autres impacts et menaces associés pour la production d'ananas	28
5. Impacts des températures élevées sur la production d'ananas	29
6. Impact de la pénurie ou de l'excès d'eau sur la production d'ananas	31
7. Principaux ravageurs et maladies touchant la production d'ananas au Costa Rica	35
8. Liste des pratiques d'adaptation climatique et des dangers et impacts contre lesquels elles permettent de lutter	38
9. Méthodes de contrôle biologique pour lutter contre les pathogènes de l'ananas (liste non exhaustive)	53
10. Sous-produits tirés des résidus d'ananas (liste non exhaustive)	72
11. Espèces recommandées pour la création de clôtures vivantes ou de brise-vent dans les plantations d'ananas (liste non exhaustive)	76

Encadrés

1. L'exemple de Nicoverde, une entreprise de production d'ananas utilisant des méthodes de contrôle biologique au Costa Rica	55
2. Systèmes de drainage et pratiques de gestion des sols utilisés par ASOPROPIMOPLA en République dominicaine	62
3. Exemple d'approche intégrée de la gestion des sols et des ressources naturelles au Costa Rica	67
4. Exemple d'utilisation de clôtures vivantes et de reforestation pour faire face au changement climatique au Costa Rica	77

Abréviations, sigles et acronymes

ASOPROPIMOPLA	Association des producteurs d’ananas de Monte Plata <i>[Asociación de Productores de Piña de Monte Plata]</i>
ASPPC	Plan stratégique agricole de la Thaïlande relatif au changement climatique
CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
CDNN	contributions déterminées au niveau national
CIAT	Centre international d’agriculture tropicale
CNRF	Centre national de référence phytosanitaire <i>[Centro nacional de referencia fitosanitaria]</i>
COP21	Conférence des parties
FAO	Organisation des Nations Unies pour l’alimentation et l’agriculture
GIEC	Groupe d’experts intergouvernemental sur l’évolution du climat
INECC	Institut national sur l’écologie et le changement climatique <i>[Instituto nacional de ecología y cambio climático]</i>
LIR	lutte intégrée contre les ravageurs
PEE	polyéthylène expansé
PNA	Plans nationaux d’adaptation
PNA-Ag	programme Intégrer l’agriculture dans les plans nationaux d’adaptation
SAP	système d’alerte précoce
TFNet	Réseau International des Fruits Tropicaux

Remerciements

Ce guide, élaboré par la Division des marchés et du commerce de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), est un produit du projet «Établir des chaînes de valeur mondiales en faveur de la production et du commerce durables des fruits tropicaux» (le [projet Fruits responsables](#)). L'objectif de ce projet est d'aider les entreprises, les organisations de producteurs et d'agriculteurs, les associations commerciales, les usines de transformation, les sociétés de conditionnement, les exportateurs et les importateurs du secteur de l'ananas à devenir plus résilients face aux chocs et plus durables.

Ce guide a été rédigé par Marlo Rankin, Spécialiste senior en agro-industrie, María Hernández Lagana, chargée de projets (Résilience) et Juan Mata, consultant en agronomie, de la Division des marchés et du commerce. Valentina Pérez-Mardones, Spécialiste de la diffusion et des rapports, et Giuseppe Bonavita, Assistant de recherche au sein de la Division des marchés et du commerce, ont apporté leur soutien à la recherche et à la communication. Le document a bénéficié de l'assistance et des conseils techniques de Pascal Liu, Économiste senior et Chef de l'équipe Chaînes de valeur mondiales responsables, et de Michael Riggs, Conseiller technique, projet Fruits responsables. La révision technique des chapitres a été effectuée par David Montealegre Morales (Forum mondial de la banane), Soren Moller (Division de la production végétale et de la protection des plantes), Karem del Castillo Velázquez (Division des forêts), et Julia Wolf, Neha Rai, Catarina Angioni y Lapo Roffredi (tous du Bureau du changement climatique, de la biodiversité et de l'environnement), dont les conseils avisés ont aidé à perfectionner ce guide. Parmi les autres membres de l'équipe ayant contribué à ce guide, citons Debora Piscitelli, Jonathan Hallo, Ettore Vecchione et Araceli Cardenas, qui ont apporté un soutien éditorial et réalisé la conception graphique, et Angeline Hadman, qui a soutenu la traduction du document en français.

Nous remercions sincèrement les points focaux pour le changement climatique au sein des bureaux de pays de la FAO au Chili, en Colombie, au Costa Rica, en Équateur, au Mexique, au Pérou, en Afrique du Sud et au Kenya pour leurs suggestions pertinentes sur les ressources, projets et publications à mentionner dans ce guide. Un grand merci à Beau Damen du Bureau régional de la FAO pour l'Asie et le Pacifique, à Geiner Arturo Urena Sánchez de la FAO Costa Rica, à Gonzalo Tejada López et Renzo Guillen de la FAO Pérou, à Maria Alejandra Chaux, Jorge Gutiérrez et María Vergara de la FAO Colombie, à Ana Andrade, María Espinosa et María Belén Herrera de la FAO Équateur, à Rodrigo Vásquez de la FAO Chili, à Silvio Simonit de la FAO Mexique, à Jacoray Khunou de la FAO Afrique du Sud et à Barrack Okoba de la FAO Kenya.

Ce guide n'aurait pu voir le jour sans l'aide des entreprises et associations de producteurs d'ananas qui ont participé activement au Groupe de travail sur le changement climatique spécialement créé en vue de la rédaction de ce guide. Merci également aux entreprises et associations de producteurs qui ont fourni des exemples de bonnes pratiques d'adaptation aux risques climatiques et réalisé un

examen technique des pratiques d'adaptation présentées au chapitre 4. Citons notamment Hugo Hays (Fyffes), Joelin Santos (ASOPROPIMOPLA), Jorge Sánchez (Nicoverde), Julie Cournoyer (Fyffes), Mirtha Leyba (ASOPROPIMOPLA) et Yacob Ahmad (TFNet). Nous tenons également à remercier les entreprises qui préfèrent garder leur anonymat.

Nos remerciements enfin à Miguel Lizarazo, Anton Eitzinger, Deissy Martinez Baron, Andrea Castellanos, Lizette Díaz et Jhon Jairo Hurtado de l'Alliance Bioversity International et le Centre international d'agriculture tropicale (CIAT), pour les informations utiles qu'ils et elles ont fournies pour étayer l'élaboration de ce guide.

Résumé exécutif

Le changement climatique d'origine humaine est aujourd'hui une réalité observable, qui se traduit par des phénomènes météorologiques extrêmes plus fréquents et plus intenses produisant des effets généralisés et envahissants sur les écosystèmes, les populations et les infrastructures des pays du monde entier. Le secteur agricole fait partie de ceux qui sont les plus touchés par le changement climatique, en particulier dans les pays en développement, où il subit d'importantes pertes et dommages causés par les catastrophes climatiques. Le changement climatique a des répercussions sur les systèmes agroalimentaires du monde entier, et rend l'objectif de nourrir une population mondiale en pleine croissance plus difficile à relever que jamais. Le secteur des fruits tropicaux est particulièrement vulnérable aux effets négatifs du changement climatique dus à la hausse des températures, à la multiplication des phénomènes météorologiques extrêmes, y compris des cyclones tropicaux, et des défis connexes comme le stress hydrique et la présence accrue des ravageurs et maladies. Cela représente un risque important pour la durabilité à long terme de la production et du commerce des principaux fruits tropicaux, y compris les ananas.

L'adaptation au changement climatique peut être décrite comme le processus consistant à s'ajuster aux changements, réels ou attendus, du climat et de ses effets. Les mesures prises aujourd'hui peuvent réduire l'exposition et la vulnérabilité aux effets du changement climatique et améliorer la résilience des systèmes agricoles, afin de garantir que ces systèmes rebondissent après un choc climatique et soient mieux préparés à faire face aux chocs et stress futurs. Certaines stratégies d'adaptation contribuent également à atténuer le changement climatique, en réduisant les émissions de gaz à effet de serre ou en piégeant et en stockant le carbone de l'atmosphère.

Le climat joue un rôle majeur dans les décisions relatives à la répartition des plantes vivaces à fruits, à la phénologie, à la qualité des fruits et aux incidents liés aux ravageurs et maladies. Les attributs physiologiques et relatifs aux rendements des fruits sont sensibles au changement climatique. Les facteurs environnementaux comme la température, les sécheresses, le degré de salinité, les inondations, la concentration de dioxyde de carbone et les pathogènes produisent les effets les plus importants sur la production fruitière, compte tenu de leur lien direct avec les stades phénologiques des cultures fruitières. Le changement climatique a également de fortes chances de nuire davantage aux plantes vivaces à fruits qu'aux cultures annuelles de plein champ, puisque la capacité d'adaptation des cultures de plus courte durée est généralement meilleure que celle des vivaces.

D'un point de vue commercial, les fruits tropicaux figurent toujours parmi les produits agricoles à la croissance la plus rapide. Les fruits tropicaux constituent une source importante de croissance économique, de revenus, de sécurité alimentaire et de nutrition pour les zones rurales de nombreux pays en développement. La forte croissance des revenus dans les pays en développement et la prise de conscience des bénéfices nutritionnels des fruits tropicaux dans les pays développés

contribuent à une consommation et à une demande mondiale en forte hausse. À l'échelle mondiale, l'ananas, l'avocat et la mangue continuent d'être les trois fruits tropicaux les plus échangés en termes de quantités exportées, derrière la banane. À mesure que le secteur se développe, les ressources naturelles, déjà mises à l'épreuve aujourd'hui, seront soumises à des pressions supplémentaires exercées par le changement climatique et des phytopathologies qui se propagent plus rapidement et menacent ainsi de réduire la productivité. Les manifestations météorologiques défavorables et le changement climatique continuent de constituer un obstacle majeur à la production, notamment parce que la culture des fruits tropicaux a lieu dans des zones tropicales vulnérables sur le plan climatique, où des phénomènes météorologiques plus extrêmes sont attendus.

Reconnaissant ces difficultés, le [projet Fruits responsables](#) a élaboré ce guide technique sur l'adaptation au changement climatique adressé à l'industrie d'exportation de l'ananas. Le projet repose sur plus de 10 années d'expérience de la FAO en matière de collaboration avec le secteur privé dans le domaine des fruits tropicaux¹. Il travaille avec des entreprises, des organisations et coopératives paysannes, des importateurs et exportateurs (ci-après collectivement nommés les « entreprises ») et d'autres acteurs de la filière de l'ananas, dans le but d'améliorer leurs performances commerciales en les aidant à être résilients face aux chocs et plus durables ou en renforçant ou créant de nouveaux systèmes de devoir de diligence fondé sur le risque. Il assure également un environnement confidentiel pour favoriser l'apprentissage par les pairs sur les questions préconcurrentielles dans le cadre de webinaires et d'autres événements de partage de connaissances et de renforcement des capacités.

Le présent guide s'inscrit dans une série de produits induits par la demande élaborés dans le cadre du projet. Le sujet de l'adaptation au changement climatique a été choisi en partenariat avec les participants du projet comme un sujet à traiter dans le contexte de la création d'entreprises résilientes et durables.

Ce guide s'aligne également sur la stratégie de la FAO relative au changement climatique, qui s'attache à améliorer la capacité des pays à mettre en œuvre leurs contributions déterminées au niveau national dans le cadre de l'Accord de Paris² en les aidant à s'adapter aux effets et causes du changement climatique et à les atténuer. Pour cela, des programmes et projets axés sur la recherche sont mis en place pour favoriser l'adaptation de la production des petits exploitants et améliorer la résilience des moyens de subsistance des populations rurales.

¹ Par exemple, l'organisation du [Forum mondial de la banane](#), la principale plateforme multipartite du secteur de la banane, ou encore le travail avec plus de 30 grandes entreprises agroalimentaires et associations professionnelles pour appliquer les recommandations de devoir de diligence fondé sur le risque du [Guide OCDE-FAO pour des filières agricoles responsables](#).

² L'Accord de Paris exige que chaque partie présente et communique ses actions climatiques post-2020 visant à réduire ses émissions de gaz à effet de serre et à s'adapter aux effets du changement climatique dans le cadre de contributions déterminées au niveau national (CDNN).

Ce guide technique a pour objet:

- de fournir des informations à jour sur les effets et tendances récents et projetés du changement climatique dans les principaux pays producteurs et exportateurs d'ananas;
- de comprendre les risques et les effets du changement climatique sur la production et le commerce de l'ananas;
- de définir des pratiques d'adaptation et d'élaborer des recommandations pouvant aider à lutter contre ces risques, à réduire les effets négatifs et à améliorer la résilience;
- de partager les bonnes pratiques adoptées par les entreprises pour faire face, de manière durable, aux risques de production liés au climat;
- de repérer les lacunes en matière d'informations, de recherches et de solutions techniques nécessaires pour améliorer la disponibilité et l'adoption de pratiques d'adaptation.

Ce guide est destiné aux producteurs et exportateurs d'ananas qui cherchent à en savoir plus sur le changement climatique dans le contexte de leur propre système commercial. Il a été élaboré dans le cadre d'un processus consultatif avec les entreprises de production d'ananas et organisations de producteurs participant au projet Fruits responsables. Compte tenu de la nature mondiale du projet et du temps disponible pour rédiger ce guide, celui-ci présente quelques limites, qui ont été discutées et validées par les entreprises et associations de producteurs participant à un groupe de travail spécialisé. Parmi ces limites, citons l'impossibilité de mener les recherches scientifiques longitudinales sur le terrain qui pourraient servir à répondre à des questions spécifiques liées aux effets du changement climatique à long terme sur le secteur de l'ananas dans des conditions de production variées. Sur cette base, **le guide a davantage vocation à mettre en lumière les risques et défis liés au climat auxquels les producteurs de certains pays sont confrontés, ainsi que les solutions d'adaptation qu'ils testent pour réduire ces risques**, qu'à servir de guide scientifique exhaustif contenant des solutions d'adaptation normatives applicables dans tous les contextes.

En ce qui concerne la structure de ce guide, le **chapitre 1** présente le contexte et aborde l'impact du changement climatique sur l'agriculture mondiale et la production de fruits tropicaux. Il explique par ailleurs l'objet et les limites du guide mentionnées plus haut.

Le **chapitre 2** explique la portée du guide, notamment: les pays dans lesquels a été mené un examen plus approfondi des effets du changement climatique sur la production d'ananas; les tendances climatiques affectant ces pays; et un bref aperçu de certaines expériences en matière d'élaboration de plans nationaux d'adaptation pour le secteur agricole.

Le projet Fruits responsables étant axé sur **la production et le commerce** durables de l'ananas à l'échelle mondiale, le choix des pays examinés dans ce guide a été étayé par leur importance relative dans **la production et l'exportation mondiales**, qui constituent des sources importantes

de revenus étrangers et d'emploi dans les pays producteurs. Sur cette base, cinq pays producteurs et exportateurs d'ananas ont été choisis. Deux grands exportateurs d'ananas, **le Costa Rica et les Philippines**, ont été choisis pour un examen plus approfondi. Afin de mieux comprendre les effets du climat sur la production d'ananas dans d'autres pays et régions, **l'Équateur, la Thaïlande et le Ghana** ont été ajoutés à l'étude sur la base des informations disponibles.

Un examen des tendances climatiques de base et des projections futures en matière de températures et de précipitations pour les cinq pays sélectionnés a été mené à partir des données des [profils de risque climatique des pays établis par la Banque mondiale](#) et des données générales par pays disponibles sur le [Portail des connaissances de la Banque mondiale sur le changement climatique](#).

Selon les estimations de la Banque mondiale, **les températures moyennes dans les principaux pays producteurs d'ananas inclus dans ce guide augmenteront** dans les cinq scénarios d'émissions de changement climatique modélisés³.

La variabilité des précipitations (distribution, fréquence et quantité pendant l'année) et les changements à long terme ont des effets différenciés sur la production d'ananas, en fonction du déficit ou de l'excès d'eau à des stades spécifiques de développement des plantes. Contrairement aux températures, les futurs schémas de précipitations ne présentent pas de tendance claire et varient selon la région et le pays producteur. Toutefois, il est attendu que **les régions humides deviennent plus humides et que les régions sèches deviennent plus sèches**.

Dans la lignée de la discussion ci-dessus sur l'évolution du climat à l'échelle nationale, il est important de comprendre comment les pays planifient et coordonnent leurs efforts pour faire face au changement climatique dans le cadre d'actions visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre et à mettre en œuvre les plans d'adaptation au niveau national. À l'échelle internationale, ces actions sont fondées sur [l'Accord de Paris](#). La mise en œuvre de l'Accord de Paris par chaque signataire est assurée par des plans d'action climatique nationaux connus sous le nom de [contributions déterminées au](#)

³ La Banque mondiale a estimé les températures moyennes futures jusqu'à 2100 en créant cinq scénarios possibles tenant compte des niveaux d'émissions et du modèle de trajectoires socioéconomiques partagées (SSP). Chaque scénario analyse les émissions, les efforts d'atténuation et le niveau de développement des pays, en se fondant sur les températures moyennes de la période de référence 1995-2014. Les modèles sont les suivants: SSP1-1.9, le scénario le plus optimiste, qui décrit un monde à zéro émission nette de CO₂ à l'horizon 2050. SSP1-2.6, où l'objectif net zéro est atteint après 2050 et où les températures se stabilisent autour de 1,8 °C de plus à l'horizon 2100. SSP2-4.5, où les émissions de CO₂ commencent à baisser après 2050 et n'atteignent pas l'objectif net zéro à l'horizon 2100. Les progrès vers la durabilité sont lents, le développement et la croissance des revenus sont inégaux et les températures augmentent de 2,7 °C à l'horizon 2100. SSP3-7.0, où les émissions de CO₂ sont multipliées approximativement par deux à l'horizon 2100 et les températures augmentent de 3,6 °C au cours de la même période. SSP5-8.5, où les émissions de CO₂ actuelles sont multipliées quasiment par deux à l'horizon 2050. L'économie mondiale se développe rapidement en s'appuyant sur les combustibles fossiles et des modes de vie à forte intensité énergétique; la température mondiale moyenne augmente de 4,4 °C.

niveau national (CDNN), qui présentent les efforts déployés par les pays après 2020 pour réduire les émissions nationales de gaz à effet de serre et s'adapter aux effets du changement climatique.

L'adaptation au changement climatique dans le secteur agricole fait partie des priorités définies dans les plans nationaux d'adaptation des pays en développement. Pour relever les défis mentionnés ci-dessus, la FAO et le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) se sont associés en 2015 pour travailler avec les pays en vue d'intégrer des solutions d'adaptation spécifiques au secteur agricole (programme PNA-Ag) dans leurs plans nationaux d'adaptation. Deux des principaux pays producteurs d'ananas, **les Philippines** et **la Thaïlande**, adhèrent à ce programme. Si les plans élaborés ne portent pas précisément sur le secteur des fruits tropicaux, ils méritent un examen plus approfondi, étant donné que la détermination des facteurs de risque climatique pour l'agriculture et la définition des mesures d'adaptation proposées sont aussi pertinentes pour la production de fruits tropicaux (par exemple, gestion de l'eau, préservation du sol, protection de la biodiversité, agroforesterie, systèmes d'alerte précoce, etc.).

Dans le contexte de l'industrie des fruits tropicaux, il est utile de comprendre comment les secteurs de produits de base spécifiques comme la production et l'exportation d'ananas peuvent contribuer à la réalisation des objectifs d'adaptation et d'atténuation définis dans les contributions déterminées au niveau national et les plans nationaux d'adaptation. Cela peut aider l'industrie à aligner ses efforts sur ceux déployés au niveau national et infrarégional et à montrer aux responsables politiques les efforts qu'elle déploie pour soutenir ces plans.

Le **chapitre 3** se penche sur les risques climatiques qui pèsent spécifiquement sur la production d'ananas dans un ensemble de pays et explique leur impact sur la production. Douze risques climatiques importants ont été définis suite à l'examen de la littérature scientifique et à des consultations organisées avec les producteurs et associations de l'industrie de l'ananas. Ces risques sont catégorisés de la manière suivante: risques liés aux températures (hausse des températures, gel et basses températures, chaleur extrême et rayonnement solaire); risques liés aux précipitations (précipitations intenses, modification des régimes pluviométriques, pénuries d'eau et sécheresses); risques mixtes ou «autres» risques liés aux effets du changement climatique (floraison précoce, propagation des ravageurs et maladies, érosion du sol et vents forts). Pour chacun des facteurs de risque identifiés, les effets sur la production d'ananas et les impacts sur les dimensions sociale et économique de la production sont décrits, de même que certains des risques spécifiques rencontrés dans les différents pays producteurs d'ananas. Comprendre ces risques peut aider les producteurs d'ananas à planifier leur gestion.

Dans le **chapitre 4**, nous présentons les stratégies d'adaptation au changement climatique définies pour répondre aux risques pour la production d'ananas abordés dans le chapitre 3. Ces pratiques ont été définies dans le cadre de consultations avec les principales parties prenantes du secteur et d'un examen de la littérature scientifique. Au total, 12 pratiques d'adaptation ont été définies: agroforesterie, induction florale artificielle, rotation des cultures, systèmes de drainage, systèmes

d'alerte précoce, gestion intégrée des ravageurs, gestion intégrée de l'eau, cultures intercalaires, paillage et cultures de couverture, protecteurs solaires, gestion des déchets et brise-vent et clôtures vivantes. Les pratiques sélectionnées peuvent aider les producteurs d'ananas à s'adapter aux principaux risques climatiques et contribuer directement au renforcement de la résilience climatique. Chaque pratique sera brièvement décrite, de même que ses avantages connexes potentiels sur les dimensions environnementale, économique ou sociale. Des exemples de pratiques d'adaptation mises en place par les entreprises et associations de producteurs seront également fournis.

Enfin, le **chapitre 5** résumera les principales conclusions du guide et traitera de certaines des difficultés liées à la conception et à la mise en œuvre des recommandations en matière d'adaptation. Les lacunes en matière d'informations, de recherches, de solutions techniques et de capacités seront abordées, et des recommandations seront émises sur la manière de résoudre ces problèmes pour renforcer la disponibilité et l'adoption des pratiques d'adaptation.

Ce chapitre met en évidence les principaux messages suivants:

- **L'adaptation au changement climatique est nécessaire pour garantir la continuité de la production et du commerce mondiaux de l'ananas.** L'adaptation au changement climatique permettra aux entreprises et associations de producteurs de protéger leurs systèmes de production et de prendre soin de leur environnement et de leur main-d'œuvre, tout en minimisant la création de nouveaux risques associés à la hausse des émissions de gaz à effet de serre et au réchauffement climatique. Ainsi, l'adaptation améliorera la résilience du secteur face aux chocs climatiques.
- **Il semble évident que les phénomènes météorologiques extrêmes gagneront en intensité et deviendront plus fréquents.** De plus, de **multiples facteurs de risques climatiques devraient se manifester simultanément** dans les mêmes régions, ce qui, associé à d'autres facteurs non climatiques comme les ralentissements économiques ou les pandémies, augmentera le risque global pour les systèmes de production agricole. Les producteurs d'ananas doivent être préparés à **faire face à des risques simultanés**, ce qu'ils peuvent faire en combinant différentes pratiques d'adaptation.
- **Les connaissances et informations sur la manière de s'adapter au changement climatique dans le secteur de la production d'ananas existent déjà**, et de nombreuses entreprises et associations de producteurs anticipent en concevant des stratégies et en testant des pratiques sur le terrain pour faire face au changement climatique et aux phénomènes météorologiques extrêmes.
- **Les pratiques d'adaptation mises en avant dans ce guide répondent simultanément à de nombreux risques climatiques et à leurs impacts.** Ce point est important, puisque les stratégies d'adaptation qui ne répondent qu'à un seul facteur de risque à la fois n'auront pas l'effet souhaité.
- **L'adaptation climatique est un processus continu qui prend du temps et s'appuie sur des informations et des données.**

- **Les efforts d'adaptation et d'atténuation pour réduire les émissions de gaz à effet de serre doivent aller de pair autant** que possible. L'adoption de pratiques d'adaptation ayant un potentiel d'atténuation des effets du changement climatique aidera non seulement à ralentir les émissions mais aussi à prolonger la durée de vie des pratiques d'adaptation disponibles. De même, les stratégies d'atténuation peuvent être conçues de façon à contribuer à l'adaptation et à la renforcer. Certaines des pratiques d'adaptation définies pour la production d'ananas, comme la gestion durable des sols, l'agroforesterie et la réduction et la gestion des déchets, ont aussi des effets positifs sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur de la production.
- **Toutes les pratiques d'adaptation doivent viser à contribuer, dans la mesure du possible, aux trois dimensions de la durabilité.** Si la dimension environnementale est le point d'accès évident pour promouvoir l'adaptation dans le secteur des fruits tropicaux, il est tout aussi essentiel de prendre en compte les risques sociaux (par exemple, la santé de la main-d'œuvre) et économiques (par exemple, la hausse du coût des intrants) associés aux effets du changement climatique pour garantir la durabilité à long terme des activités commerciales.
- **Des recherches supplémentaires sur les risques climatiques pour la santé humaine doivent être menées.** Certaines entreprises de production d'ananas ont déjà pris note de ces risques, en particulier ceux liés au **stress thermique et maladies associées** découlant de la hausse des températures et de l'exposition aux rayonnements solaires.
- **Les femmes et les jeunes figurent parmi les groupes les plus à risque en ce qui concerne les effets du changement climatique, et pourtant les informations disponibles** sur les facteurs de risques et solutions d'adaptation permettant de répondre à leurs besoins **sont limitées.** Aucune recherche n'a pu être trouvée sur les impacts spécifiques du changement climatique sur les femmes et les jeunes engagés dans la filière mondiale de la production d'ananas. Cela traduit un manque évident de connaissances pour le secteur, compte tenu du rôle important que jouent les femmes dans la récolte et le conditionnement des ananas. Il est urgent de mener des recherches ventilées par genre afin de mieux comprendre les facteurs clés qui expliquent les différences de vulnérabilité des femmes et des hommes aux risques liés au changement climatique et comment mettre en place des stratégies d'adaptation appropriées pour y répondre.
- Le changement climatique a des **effets sur la sécurité alimentaire et la nutrition.** Les ananas font partie d'une alimentation saine et sont une source importante de vitamines et de nutriments pour les consommateurs dans les pays producteurs et importateurs. Sur cette base, les entreprises productrices d'ananas peuvent réfléchir à la manière d'aider les populations vulnérables dans leurs communautés locales en mettant en place des programmes ciblés de sensibilisation sociale qui visent à améliorer la sécurité alimentaire et la nutrition comme la passation de marchés publics (par exemple, les programmes d'alimentation scolaire, services de cantine communautaire) ou les banques alimentaires.
- **L'évolution des conditions météorologiques a des effets sur les moyens de subsistance et les revenus des acteurs du secteur.** La production et le commerce peuvent tous deux être

affectés si la production devient plus irrégulière à cause du changement climatique et si la qualité des produits est affectée par de fortes tempêtes, des pics de températures, une fréquence accrue des pathogènes et d'autres changements. L'irrégularité de l'offre de produits de qualité suffisante pour l'exportation peut réduire les revenus générés par le secteur, ce qui produira des répercussions sur les segments de la chaîne de valeur situés en amont. Une production peu fiable peut aussi avoir une incidence sur les moyens de subsistance des producteurs et des communautés, et soulever des difficultés pour maintenir une alimentation saine et nutritive.

- **La capacité d'adaptation et la résilience face aux changements climatiques des filières de l'ananas ne peuvent être renforcées à l'aide d'une approche à acteur unique.** Les difficultés complexes associées aux effets du changement climatique sont mieux résolues par la coopération des groupes de parties prenantes comme les gouvernements, les entreprises, les organisations de producteurs, les instituts de recherche et de formation, les syndicats et d'autres organisations de la société civile. La création de mécanismes de collaboration pluripartite peut être la solution la plus efficace pour lutter contre les effets du réchauffement climatique sur l'industrie de l'ananas à l'avenir.
- **Au niveau institutionnel et politique,** le travail déployé par la FAO pour aider les pays à **intégrer dans leurs plans nationaux d'adaptation des solutions spécifiquement destinées à leur secteur agricole est essentiel.** La compréhension de ces plans par les producteurs et exportateurs d'ananas peut aider l'industrie à aligner ses stratégies sur celles déployées au niveau national et infrarégional et à montrer aux responsables politiques les efforts collectifs qu'elle déploie pour soutenir ces plans. Il convient par ailleurs, pour faire avancer ces arguments, de produire des données sur l'impact de la mise en œuvre des pratiques d'adaptation dans le cadre d'un meilleur suivi-évaluation.

En ce qui concerne la sensibilisation au-delà du guide, le projet Fruits responsables s'engage à aider les producteurs et exportateurs d'ananas du monde entier à faire face au changement climatique et à d'autres risques pour la durabilité, en produisant à leur intention des outils pratiques. Le projet élabore différents supports et outils techniques adaptés au secteur de l'ananas, certains étant également applicables dans le secteur des fruits tropicaux plus généralement. Ces produits sont présentés dans le **chapitre 5**. Deux outils complètent le guide technique sur l'adaptation au changement climatique:

- Le [guide sur l'analyse des lacunes](#) aide les entreprises à comparer les normes et politiques de durabilité qu'elles utilisent au [Guide OCDE-FAO pour des filières agricoles responsables](#), qui est le guide mondial de référence pour le devoir de diligence et la conduite responsable des entreprises dans le secteur agricole.
- Le projet développe actuellement un **outil de mesure de l'empreinte carbone et hydrique de l'industrie de l'ananas**. Cet outil vise à aider les producteurs, les entreprises et les associations à mieux comprendre comment réduire leurs émissions de carbone et empêcher la dégradation des ressources hydriques due à leurs interventions, quelle que soit leur taille. Il sera disponible sur le [site du projet](#) au dernier trimestre 2023.

En conclusion, ce guide a été produit par le projet Fruits responsables pour les producteurs et exportateurs d'ananas qui cherchent à en savoir plus sur le changement climatique et sur la meilleure façon de s'y adapter dans le cadre de leur propre système commercial. Il est à espérer que le guide soit le point de départ d'une discussion sur les effets nationaux, régionaux et localisés du changement climatique sur la production d'ananas et qu'il incitera à une planification conjointe de la recherche sur les solutions d'adaptation pour soutenir la durabilité à long terme de l'industrie d'exportation. En effet, des recherches longitudinales spécifiques aux produits et aux situations géographiques s'imposent pour mieux comprendre les risques climatiques et leurs effets à long terme sur les cultures de fruits tropicaux, afin de trouver des solutions d'adaptation innovantes.

L'**Annexe 1** fournit une liste de ressources supplémentaires (sites de projets, publications, etc.) pour les personnes souhaitant en savoir plus sur le changement climatique et ses effets sur l'agriculture, les fruits tropicaux et les solutions en matière d'adaptation.

Chapitre 1.

Introduction au guide



1.1 Portée mondiale du changement climatique et de ses effets sur l'agriculture: pourquoi s'adapter?

Le changement climatique d'origine humaine est aujourd'hui une réalité observable, qui se traduit par des phénomènes climatiques et météorologiques extrêmes plus fréquents et plus intenses qui produisent des effets généralisés et omniprésents sur les écosystèmes, les populations et les infrastructures des pays du monde entier. Parmi ces phénomènes, citons les chaleurs extrêmes sur terre et dans l'océan, les cyclones tropicaux, les fortes précipitations, les sécheresses et les incendies, qui devraient toucher toutes les régions du monde aujourd'hui et au cours des décennies à venir (GIEC, 2021, 2022). Les secteurs agricoles font partie de ceux qui sont les plus touchés par le changement climatique, en particulier dans les pays en développement, où ils subissent d'importantes pertes et dommages causés par les catastrophes climatiques. Le réchauffement mondial a des répercussions sur les systèmes de production alimentaire du monde entier, et rend le défi consistant à nourrir une population mondiale en pleine croissance plus difficile à relever que jamais. Si la productivité agricole a augmenté à l'échelle mondiale, le changement climatique est à l'origine d'un ralentissement de cette croissance depuis 50 ans (GIEC, 2022). La multiplication des phénomènes climatiques et météorologiques extrêmes a exposé des millions de personnes à une forte insécurité alimentaire et à une baisse de la sécurité hydrique, en particulier dans de nombreuses régions d'Afrique, d'Asie, d'Amérique centrale et du Sud, les petits États insulaires en développement et l'Arctique (GIEC, 2022).

Par ailleurs, il existe un lien très clair entre les effets du changement climatique et la perte de biodiversité. Les réchauffements planétaires passés ont provoqué des pertes d'espèces et une dégradation et une détérioration des écosystèmes dans toutes les régions (GIEC, 2021, 2022; FAO, 2016). La destruction des habitats naturels, la déforestation et l'exposition aux produits chimiques synthétiques ont toutes contribué à la perte d'organismes bénéfiques comme les pollinisateurs et les régulateurs de la lutte antiparasitaire, affectant ainsi la production végétale (FAO, 2021b). Ces risques continueront de se

multiplier à chaque augmentation du réchauffement climatique et auront un effet important sur la disponibilité d'aliments nutritifs (GIEC, 2022; FAO, 2021b). La perte de diversité génétique réduit également la variabilité génétique nécessaire pour sélectionner des cultures capables de résister au changement climatique et aux stress biotiques qu'il engendre, ainsi que la gamme de cultures et d'animaux disponibles pour assurer une alimentation saine (FAO, 2021b).

Voici un résumé des effets observés du changement climatique sur l'agriculture à l'échelle mondiale (GIEC, 2022):

- impacts négatifs généraux sur la productivité agricole, avec des différences régionales;
- pertes culturales liées aux sécheresses en hausse depuis quelques années, touchant environ 75 pour cent de la superficie cultivée;
- baisse de la sécurité alimentaire et hydrique, en particulier pour les groupes vulnérables;
- hausse de la fréquence et de l'intensité des sécheresses, des inondations et des vagues de chaleur;
- baisse de la disponibilité de l'eau;
- hausse de la pression exercée par les ravageurs et maladies;
- perte de biodiversité et de services écosystémiques (y compris la pollinisation);
- risques futurs en hausse à court, moyen et long terme (2100).

D'un point de vue social, les effets du changement climatique sur l'agriculture affectent de manière disproportionnée les communautés rurales vulnérables qui dépendent fortement de l'agriculture pour survivre. Les femmes et les jeunes font partie des populations les plus touchées en raison de leur manque d'accès aux ressources et aux services, de leur participation limitée à la prise de décisions relatives à la gestion des ressources naturelles et aux services environnementaux, de leurs dotations et droits plus restreints sur les terres et de l'absence d'options en matière de mobilité pour saisir des opportunités ailleurs (FAO, 2016, 2018a, 2019b, 2022c). Ceci a des répercussions négatives sur le quotidien des familles en augmentant le risque de pauvreté, d'insécurité alimentaire et de malnutrition, en particulier pour les femmes et les filles (FAO, 2022b). Il est urgent de prendre des mesures pour rétablir l'équilibre des pouvoirs en cherchant proactivement à inclure les personnes vulnérables dans l'élaboration de plans nationaux d'adaptation au changement climatique pour refléter leurs souhaits et leurs besoins. En parallèle, des investissements doivent aussi être réalisés pour améliorer la capacité de ces populations à s'adapter aux chocs climatiques (FAO, 2018a, 2019b, 2021b). Le secteur des fruits tropicaux est particulièrement vulnérable aux effets négatifs du changement climatique dus à la hausse des températures, à la multiplication des phénomènes météorologiques, y compris des cyclones tropicaux, et des défis connexes comme le stress hydrique et la présence accrue des ravageurs et maladies. Cela représente un risque important pour la durabilité à long terme de la production et du commerce des principaux fruits tropicaux, y compris les ananas.



L'adaptation au changement climatique peut être décrite comme le processus consistant à s'ajuster aux changements, réels ou attendus, du climat et de ses effets. Un appel urgent à l'action figure dans le dernier rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (2022), qui constate des progrès inégaux en matière d'adaptation entre les pays et un écart grandissant entre les mesures prises et les mesures qui s'imposent pour faire face au risque climatique croissant, en particulier dans les pays à faible revenu. Les mesures prises aujourd'hui peuvent réduire l'exposition et la vulnérabilité aux effets du changement climatique et améliorer la résilience des systèmes agricoles, afin de garantir que ces systèmes rebondissent après un choc climatique et soient mieux préparés à faire face aux chocs et stress futurs.

Le secteur agricole joue aussi un rôle central dans l'atténuation du changement climatique. Alors qu'on estime qu'en 2020, les systèmes agroalimentaires ont contribué à 31 pour cent des émissions de gaz à effet de serre, eux détiennent également certaines des solutions les plus importantes pour répondre aux objectifs climatiques locaux et mondiaux (FAO, 2022f). Les actions visant à restaurer et protéger les forêts et autres écosystèmes, à préserver les sols et les ressources hydriques, à minimiser le recours aux produits agrochimiques, à réduire les pertes alimentaires, entre autres, peuvent favoriser l'adaptation tout en réduisant les émissions de gaz à effet de serre et en piégeant le carbone (FAO, 2016).

1.2 Le changement climatique et ses effets sur la production et le commerce mondiaux des fruits tropicaux

Le climat joue un rôle majeur dans les décisions relatives à la répartition des plantes vivaces à fruits, à la phénologie, à la qualité des fruits et aux incidents liés aux ravageurs et maladies (Bhattacharjee *et al.*, 2022). Les attributs physiologiques et relatifs aux rendements des fruits sont sensibles à l'évolution du climat et les stades de reproduction des fruits vivaces sont les plus sensibles au changement climatique, qui produit des effets sur la quantité et la qualité des fruits produits. Les facteurs environnementaux comme la température, les sécheresses, le degré de salinité, les inondations, la concentration croissante de dioxyde de carbone et l'apparition d'insectes nuisibles produisent les effets les plus importants sur la production fruitière, compte tenu de leur lien direct avec les stades phénologiques des arbres fruitiers (Nath *et al.*, 2019; Sthapit, Ramanatha et Sthapit, 2012). Si les fruits vivaces présentent différents mécanismes de survie qui leur permettent de faire face aux stress environnementaux, ceux-ci leur coûtent énormément d'énergie et peuvent réduire la productivité des plantes.

L'impact du changement climatique a également de fortes chances de nuire davantage aux plantes vivaces qu'aux cultures annuelles de plein champ, puisque la capacité d'adaptation des cultures de plus courte durée est généralement meilleure que celle des vivaces (Chawla *et al.*, 2021). En comparaison aux plantes annuelles, le développement d'une nouvelle variété d'arbre fruitier peut prendre 15 à 20 ans, ce qui rend plus difficiles à relever les défis posés par le changement climatique (Bhattacharjee *et al.*, 2022). Le **tableau 1** ci-dessous présente certains des effets courants du changement climatique

sur la phénologie des cultures fruitières. Il convient de noter toutefois que les impacts du changement climatique dépendent fortement de la culture analysée et des conditions agroclimatiques d'un lieu précis. Par exemple, une culture comme la banane peut être moins adaptée à des températures plus élevées et à des changements de conditions pluviométriques, mais d'autres comme la noix de coco ou la mangue peuvent gagner en productivité (Mitra, 2016). C'est pourquoi un plus grand nombre de recherches longitudinales spécifiques aux produits et aux situations géographiques doivent être menées pour mieux comprendre les risques climatiques et leurs effets sur les cultures de fruits tropicaux, les solutions en matière d'adaptation et les opportunités de production dans de nouvelles régions (Sthapit, Ramanatha et Sthapit, 2012).

Tableau 1. Effets du changement climatique sur la phénologie des cultures fruitières

Effet du changement climatique	Impacts sur les cultures fruitières
Température élevée et hausse du rayonnement solaire	<ul style="list-style-type: none">• Hausse de l'évapotranspiration et multiplication des besoins d'irrigation; risque de hausse de la salinité du sol• Nuit à la floraison: floraison précoce ou retardée, mauvaise nouaison, transformation des bourgeons reproductifs en bourgeons végétatifs, modification du calendrier de maturité des fruits• Perturbation des populations de pollinisateurs et de l'activité de pollinisation• Brûlure des fruits et des branches et éclatement des fruits• Hausse de la température du sol pouvant accélérer la décomposition de la matière organique, résultant en une perte de fertilité des sols• Déplacement de la production vers de nouvelles zones/modification de l'implantation des industries• Incidence de nouveaux ravageurs et maladies
Baisse des précipitations	<ul style="list-style-type: none">• Stress avant, pendant ou après la floraison produisant un effet négatif sur le rendement des plantes vivaces à fruits en réduisant le nombre de fruits ou les cellules des fruits restants• Chute des fruits et des fleurs• Besoins accrus d'irrigation dans l'agriculture pluviale
Hausse des précipitations et de l'humidité	<ul style="list-style-type: none">• Croissance végétale excessive et chute de fleurs• Sols saturés d'eau, tuant les micro-organismes bénéfiques du sol, augmentant le risque de maladies liées aux pathogènes fongiques (par exemple, <i>Pythium</i> et <i>Fusarium</i>) et réduisant l'absorption d'eau et de nutriments• Multiplication de ravageurs et de maladies ayant des cycles de reproduction plus rapides• Nouveaux ravageurs/transformation des ravageurs mineurs en ravageurs majeurs• Hausse des risques d'érosion du sol et de ruissellement des eaux dans les zones de production• Pertes de plants et de fruits• Risque de pollution par ruissellement des nutriments dans les plans d'eau



Effet du changement climatique	Impacts sur les cultures fruitières
Baisse des températures et des rayonnements solaires	<ul style="list-style-type: none"> • Peut affecter la floraison en réduisant la pollinisation, la nouaison, la rétention et la taille des fruits • Bourgeons et fleurs affectés par le gel, ce qui réduit la taille des fruits
Autres phénomènes climatiques extrêmes (cyclones, tempête de grêle, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> • Perte de fruits et de fleurs • Dégradation des arbres/plantes • Dégradation des infrastructures
Hausse du CO₂	<ul style="list-style-type: none"> • Parmi les effets positifs de la hausse du CO₂ dans les plantes, citons la réduction de la transpiration stomatique et la hausse de l'efficacité d'utilisation de l'eau, la hausse des taux de photosynthèse et de l'efficacité d'utilisation de la lumière, ce qui permet d'accroître le potentiel de nouaison et de rétention des fruits. • La hausse des températures et la modification du régime des précipitations peuvent neutraliser ces effets positifs et accroître les besoins en eau et en nutriments (engrais azotés) dans un contexte de hausse du CO₂.

Source: Création des auteurs à partir de contenus adaptés de Bhattacharjee *et al.* (2022); Chawla *et al.* (2021); Nath *et al.* (2019); Mitra (2018); Fischer *et al.* (2016) et Sthapit, Ramanatha et Sthapit (2012).

D'un point de vue commercial, les fruits tropicaux figurent toujours parmi les produits agricoles à la croissance la plus rapide. Ces fruits constituent une source importante de croissance économique, de revenus, de sécurité alimentaire et de nutrition pour les zones rurales de nombreux pays en développement. Leur importance dans l'offre alimentaire mondiale a considérablement augmenté ces dernières décennies. Le développement rapide des flux commerciaux mondiaux, qui ont atteint un total de 20,5 millions de tonnes pour les bananes en 2021 et 8,4 millions de tonnes pour les quatre fruits tropicaux principaux combinés (mangue, ananas, avocat et papaye), confirme cette tendance (base de données Comtrade de l'ONU, 2023). Les échanges mondiaux des principaux fruits tropicaux ont augmenté de 6,8 pour cent en 2021, atteignant un volume record de 10,4 milliards d'USD en termes constants de 2014-2016 (FAO, 2022d). La forte croissance des revenus dans les pays en développement et la prise de conscience des bénéfices nutritionnels des fruits tropicaux dans les pays développés contribuent à une consommation et à une demande mondiale positive en forte hausse des bananes et autres fruits tropicaux (Altendorf, 2019, in FAO, 2019).

À mesure que le secteur gagnera en valeur, les ressources naturelles, déjà mises à l'épreuve aujourd'hui, seront soumises à des pressions supplémentaires exercées par le changement climatique et des phytopathologies qui se propagent plus rapidement et menacent ainsi de réduire la productivité (Liu, 2017). Les manifestations météorologiques défavorables constituent un obstacle majeur à la production, notamment parce que la culture des fruits tropicaux a lieu dans des zones tropicales vulnérables au climat, où des phénomènes météorologiques plus extrêmes sont attendus (GIEC, 2022). Les effets du réchauffement climatique se traduisent par l'incidence accrue de sécheresses, d'inondations, d'ouragans et d'autres catastrophes naturelles, qui augmentent les risques pour la production de fruits tropicaux. D'un point de vue commercial, cela complique la prédiction des

excédents commercialisables d'une année sur l'autre, et augmente les coûts compte tenu de la nature périssable des fruits tropicaux, des intrants requis et des infrastructures nécessaires pour alimenter les marchés internationaux. Ce défi concerne l'ensemble de l'industrie de l'exportation, puisque la majorité des fruits tropicaux sont produits dans des contextes isolés et informels, peu desservis par les grands axes de communication et où les cultures dépendent fortement des précipitations et sont sensibles aux effets négatifs de phénomènes météorologiques de plus en plus irréguliers (FAO, 2022e).

Les grands exportateurs des principaux fruits tropicaux, dont l'ananas, sont concentrés en Amérique latine et dans les Caraïbes (FAO, 2019b, 2022d). Des volumes importants de fruits tropicaux sont transportés depuis cette région, principalement vers les États-Unis d'Amérique et l'Union européenne, les principales régions importatrices. Toutefois, la disponibilité des produits en vue de leur exportation dépend fortement des conditions climatiques saisonnières dans les pays producteurs. À l'avenir, les consommateurs des pays développés pourront souffrir de leur dépendance excessive vis-à-vis des pays vulnérables aux aléas climatiques pour leur approvisionnement en fruits et légumes frais. Ceci peut avoir des conséquences négatives sur la disponibilité, le prix et la consommation de fruits et de légumes dans les pays comme le Royaume-Uni, où 70 pour cent des fruits disponibles à l'achat sont importés de pays extérieurs à l'Union européenne, selon les estimations (Frankowska, Jeswani et Azapagic, 2019). Les ruptures d'approvisionnement en fruits dues aux effets climatiques dans les pays producteurs ont le potentiel d'affecter les apports alimentaires et la santé des consommateurs dans les marchés importateurs, en particulier des personnes âgées et des ménages à faible revenu (Scheelbeek *et al.*, 2020).

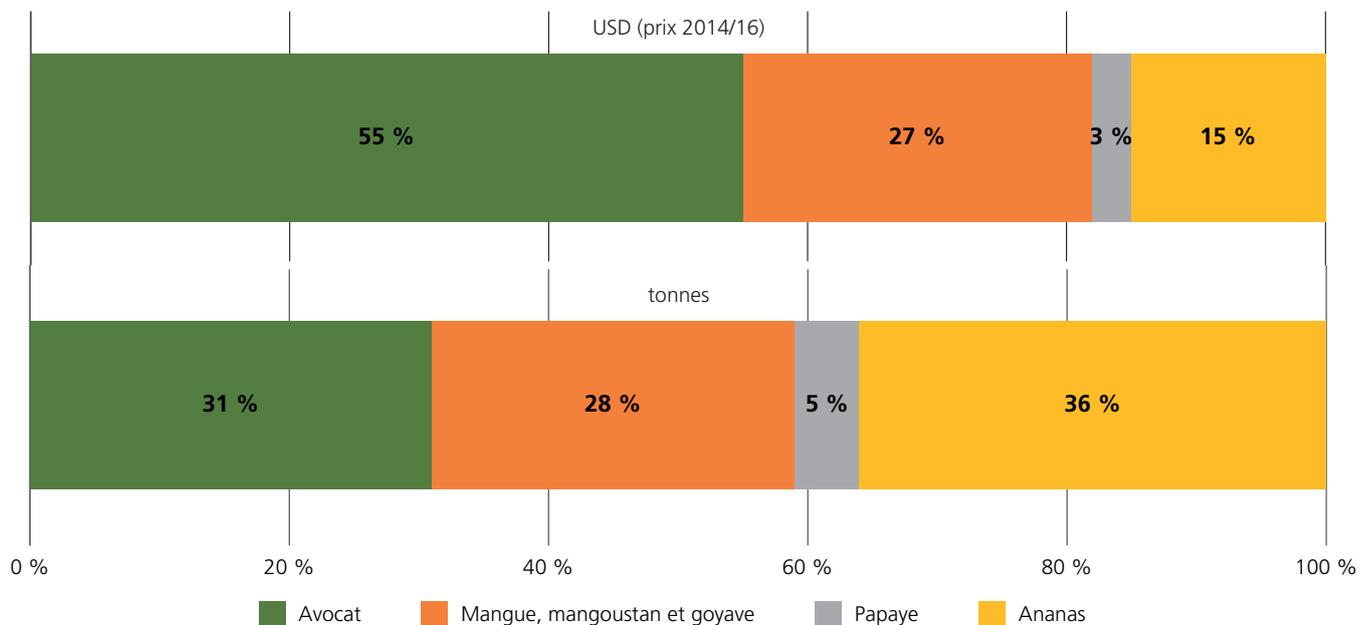
Par ailleurs, les pays traditionnellement exportateurs de fruits tropicaux, qui comptent sur ces exportations pour gagner des revenus étrangers et créer des emplois, se retrouvent aujourd'hui face à une nouvelle concurrence pour les marchés d'importation à cause du réchauffement climatique. Les pays qui avaient un climat tempéré pourraient devenir de plus en plus capables de produire ce type de fruits. Par conséquent, les producteurs actuels de fruits tropicaux devront peut-être réfléchir à la possibilité d'élargir leurs marchés national et régional pour réduire les risques associés à une hausse de la concurrence pour les marchés internationaux de pays producteurs non traditionnels (Liu, 2017). De même, les producteurs actuels peuvent chercher à repousser les frontières du possible en matière de production, en développant de nouveaux domaines de production ou en modifiant les sites de production pour trouver des conditions agroclimatiques plus adaptées pour continuer à répondre à la demande du marché. Ces pratiques peuvent aussi exacerber les risques climatiques en dégradant des ressources naturelles (sol, eau et forêts) et écosystèmes vitaux. **Plus spécifiquement, quelles sont les incidences de cela sur la production et l'exportation des ananas?**



1.3 L'ananas, un fruit tropical important pour l'exportation, exposé aux effets du changement climatique

La demande mondiale des principaux fruits tropicaux demeure élevée malgré les importants goulets d'étranglement qui caractérisent les chaînes d'approvisionnement mondiales et la hausse des coûts des intrants et du transport. L'ananas, l'avocat et la mangue continuent d'être les trois fruits tropicaux les plus échangés en termes de quantités exportées, sans compter la banane. En 2021, les exportations mondiales d'ananas atteignaient environ 3,2 millions de tonnes, soit une hausse de 5,7 pour cent par rapport à l'année précédente (FAO, 2022e). L'ananas demeure le fruit tropical le plus populaire des quatre en termes de quantités exportées, en raison notamment de sa valeur unitaire moyenne très faible à l'exportation (**figure 1**).

Figure 1. Principaux fruits tropicaux: part des quantités exportées (préliminaires) en 2022 par type, mesurée en milliards d'USD, dollars constants (2014-2016) et tonnes



Source: **FAO**. 2023a. *Major Tropical Fruits Market Review – Preliminary results 2022* (Revue majeure du marché des fruits tropicaux – Résultats préliminaires 2022). Rome.

Dans ce contexte de forte demande internationale d'ananas, nous discuterons, dans le **chapitre 2**, des tendances climatiques auxquelles sont confrontés les principaux pays producteurs et exportateurs d'ananas dans le monde. Les prédictions relatives aux effets climatiques pour les prochaines décennies indiquent que la production est susceptible d'être plus difficile à l'avenir, notamment si aucune mesure d'adaptation et d'atténuation n'est adoptée d'urgence ces prochaines années. De nombreux pays subissent déjà les effets négatifs du changement climatique et des phénomènes météorologiques extrêmes sur la production. Par exemple, les tempêtes tropicales ont eu un impact sur les exportations d'ananas depuis les Philippines, tandis que les cycles climatiques El Niño et La Niña interrompent l'approvisionnement en provenance du Costa Rica, les précipitations excessives et les tempêtes

tropicales ayant réduit de 6,1 pour cent les expéditions depuis ce pays entre 2018 et 2019 (FAO, 2020).

Les résultats préliminaires pour 2022 semblent indiquer que le volume des échanges mondiaux des principaux fruits tropicaux baissera de 5 pour cent entre 2021 et 2022, passant à 9,9 milliards d'USD en dollars constants de 2014-2016 (FAO, 2023a). Cela représenterait la première contraction importante du commerce sur le marché mondial des fruits tropicaux. Selon les données préliminaires, les pénuries d'approvisionnement au niveau mondial associées aux mauvaises conditions météorologiques, à la persistance des goulets d'étranglement dans les chaînes d'approvisionnement mondiales et aux coûts élevés des intrants et des transports ont contribué à cette baisse. Pour les ananas, les mauvaises conditions météorologiques, en particulier les températures inférieures à la normale, sont responsables de baisses de production dans plusieurs grandes zones de production, en particulier au Costa Rica (FAO, 2023a). Améliorer la durabilité et la résilience des chaînes de valeur des fruits tropicaux face aux chocs environnementaux, économiques et sociaux n'a jamais été aussi important pour garantir la production et le commerce de ces denrées importantes.

1.4 Le projet Fruits responsables et la Stratégie de la FAO relative au changement climatique

Le présent guide technique est un produit du [projet Fruits responsables](#). En 2019, la Division des marchés et du commerce de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture a lancé un projet intitulé «Établir des chaînes de valeur mondiales en faveur de la production et du commerce durables des fruits tropicaux» (également connu sous le nom de «projet Fruits responsables»). Ce projet travaille en collaboration avec les entreprises, les organisations paysannes et d'autres acteurs de la filière de l'ananas, dans le but d'améliorer la performance des entreprises en aidant cette filière à être plus durable et plus résiliente. Le projet est fondé sur plus de 10 années d'expérience de la FAO en matière de collaboration avec le secteur privé dans le domaine des fruits tropicaux⁴. Il assurera la création d'un réseau d'entreprises déterminées à améliorer leur résilience et les impacts environnementaux, sociaux et économiques de leurs opérations et de celles de leurs fournisseurs.

Le projet vise à aider les entreprises intervenant dans la filière de l'ananas à renforcer leurs systèmes de devoir de diligence fondé sur le risque ou à en créer de nouveaux, qui renforceront la durabilité de leurs opérations et leur résilience face aux chocs. Il assure également un environnement confidentiel pour favoriser l'apprentissage par les pairs sur les questions préconcurrentielles dans le cadre de webinaires et d'autres événements de partage de connaissances et de renforcement des capacités.

⁴ Par exemple, l'organisation du [Forum mondial de la banane](#), la principale plateforme multipartite du secteur de la banane, ou encore le travail avec plus de 30 grandes entreprises agroalimentaires et associations professionnelles pour appliquer les recommandations de devoir de diligence fondé sur le risque du [Guide OCDE-FAO pour des filières agricoles responsables](#).



Ce guide fait partie d'une série de guides axés sur la demande⁵ que le projet rédigera sur différents enjeux techniques définis par ses participants.

Une enquête de référence menée par le projet en 2021 a souligné les impacts du changement climatique comme étant l'un des défis les plus importants pour les entreprises productrices d'ananas (aux côtés des contraintes économiques et du manque d'accès aux nouvelles technologies et à l'innovation). Cette conclusion a été confirmée en 2022, lorsque le projet a organisé une enquête en ligne sur la résilience et a demandé aux producteurs d'ananas de définir les principaux défis susceptibles d'accroître le risque pour leurs opérations de souffrir de chocs extérieurs. Selon les acteurs de la chaîne de valeur de l'ananas, les facteurs environnementaux et climatiques étaient les principaux facteurs de vulnérabilité pour leurs entreprises (100 pour cent des personnes interrogées). Sur cette base, l'adaptation au changement climatique a été choisie, en collaboration avec les participants au projet, comme une thématique appropriée pour ce guide technique.

Ce guide est aligné sur la Stratégie de la FAO relative au changement climatique (FAO, 2022c), qui vise à améliorer les capacités à mettre en œuvre les contributions déterminées au niveau national relevant de l'Accord de Paris⁶. Ladite Stratégie aide les pays à s'adapter et à atténuer les effets du changement climatique par l'intermédiaire de programmes et de projets axés sur la recherche, destinés à assurer l'adaptation de la production de petite échelle et la résilience des moyens de subsistance des populations rurales. Elle délaisse la réponse réactive aux crises pour les prévenir et les anticiper de manière proactive, en venant en aide aux populations avant, pendant et après les chocs. La stratégie se concentre sur a) donner un rôle central aux agriculteurs et aux autres communautés qui dépendent de l'agriculture dans le développement de stratégies d'adaptation, b) encourager l'intégration horizontale et verticale et c) promouvoir un changement transformateur. En mettant en œuvre cette Stratégie, la FAO vise à aider les États membres à mettre en œuvre des pratiques d'adaptation au changement climatique et d'atténuation de ses effets, tout en œuvrant en faveur de l'instauration de systèmes agroalimentaires résilients face au climat et à faibles émissions, qui s'efforcent d'assurer la réalisation des objectifs de développement durable, en particulier l'éradication de la faim et de la malnutrition. Comme indiqué précédemment, les fruits tropicaux occupent une place centrale dans l'alimentation saine. Ce guide vise à contribuer à cette Stratégie en sensibilisant proactivement les producteurs et les exportateurs d'ananas aux risques climatiques et en partageant les stratégies d'adaptation décrites ci-après.

⁵ Le premier guide technique, intitulé «Analyse des lacunes pour soutenir le devoir de diligence dans les secteurs de l'avocat et de l'ananas», est disponible [ici](#).

⁶ L'Accord de Paris exige que chaque partie présente et communique ses actions climatiques post-2020 visant à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre et à s'adapter aux effets du changement climatique dans le cadre de contributions déterminées au niveau national (CDNN).

1.5 Objet du guide et public cible

Ce guide technique a pour objet:

- de fournir des informations à jour sur les effets et tendances récents et prédits du changement climatique dans les principaux pays producteurs et exportateurs d'ananas;
- de comprendre les risques et les effets du changement climatique sur la production et le commerce de l'ananas;
- de définir des pratiques d'adaptation et d'élaborer des recommandations pouvant aider à lutter contre ces risques, à réduire les effets négatifs et à améliorer la résilience;
- de partager les bonnes pratiques adoptées par les entreprises pour faire face, de manière durable, aux risques de production liés au climat;
- de repérer les lacunes en matière d'informations, de recherches et de solutions techniques nécessaires pour améliorer la disponibilité et l'adoption de pratiques d'adaptation.

Ce guide est destiné aux producteurs et exportateurs d'ananas qui cherchent à en savoir plus sur le changement climatique dans le contexte de leur propre système commercial. Ce guide devrait occasionner, pour bon nombre de producteurs et d'exportateurs, une discussion et des recherches futures sur les effets nationaux et régionaux du changement climatique sur la production d'ananas, et inciter à une planification conjointe sur les solutions d'adaptation pour soutenir la durabilité à long terme de l'industrie d'exportation. Si le guide porte sur l'adaptation, il convient de noter toutefois que les efforts d'adaptation et d'atténuation visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre vont de pair, et que des stratégies d'atténuation peuvent aussi contribuer à l'adaptation et la renforcer. Par exemple, les stratégies visant à enrichir la teneur en carbone des sols agricoles ont le potentiel de produire de bons résultats en matière d'atténuation, alors même que les sols qui parviennent à créer du carbone organique grâce à une réduction du travail du sol, de l'érosion et de l'utilisation de produits chimiques améliorent la production végétale et la rentabilité (Scherr et Sthapit, 2009, dans: Bioversity, 2014).

Les pratiques choisies s'alignent aussi sur les travaux de la FAO relatifs à la durabilité en encourageant les techniques, technologies et actions qui favorisent la transformation des chaînes de valeur par le biais de pratiques écologiques et résilientes au climat. Citons par exemple [l'agroécologie](#), [l'agriculture intelligente face au climat](#), [les mesures de conservation](#) et [l'agriculture numérique](#).



1.6 Méthodologie et limites du présent guide

Ce guide a été élaboré dans le cadre d'un processus consultatif avec les entreprises de production d'ananas participant au projet Fruits responsables. En juin 2022, le projet a organisé un [webinaire](#) pour présenter le sujet et discuter de ce que signifie le changement climatique pour les entreprises productrices d'ananas. Celles-ci ont partagé leur expérience en matière d'effets récents du changement climatique sur les systèmes de production lors d'une table ronde suivie d'une discussion animée. L'objectif de ce guide a été présenté et validé, et les participants ont été invités à manifester leur intérêt à rejoindre un groupe de travail sur l'adaptation au changement climatique chargé de le rédiger.

Le groupe de travail a organisé quatre sessions à l'appui de ce guide:

- [Session du groupe de travail 1](#), organisée le 13 octobre 2022 en Amérique latine pour définir les risques climatiques et leurs effets sur la production.
- [Session du groupe de travail 2](#), organisée le 24 novembre 2022 en Asie en partenariat avec le Réseau International des Fruits Tropicaux (TFNet), pour définir les risques climatiques et les pratiques d'adaptation pour la production d'ananas.
- [Session du groupe de travail 3](#), organisée le 30 novembre 2022 en Amérique latine pour définir les pratiques d'adaptation et en discuter.
- [Session du groupe de travail 4](#), organisée le 13 avril 2023 pour présenter l'avant-projet de guide et valider l'avant-projet de chapitre 4 sur les pratiques d'adaptation avec tous les participants du projet Fruits responsables.

Outre les contributions des membres du groupe de travail, la rédaction du guide a été étayée par des entretiens avec des personnes clés issues d'entreprises ou d'instituts de recherche et avec des points focaux pour le changement climatique issus de bureaux de pays de la FAO dans les régions et les pays où la production et l'exportation d'ananas sont importantes. Ces entretiens ont permis de développer les exemples de pratiques d'adaptation mises en place par les entreprises et présentées dans le [chapitre 4](#), et de définir les projets et produits de recherche pertinents produits par les bureaux de pays de la FAO ou leurs partenaires de recherche. Un examen approfondi de la littérature, portant sur des publications de la FAO sur le changement climatique, des rapports d'organismes internationaux travaillant sur le changement climatique (GIEC, Banque mondiale, OCDE, CIAT) et des revues scientifiques consacrées aux pratiques agronomiques et aux effets du changement climatique sur la production de fruits tropicaux en général et celle d'ananas en particulier, a aussi été effectué.

Limites du guide: ce qu'il est et ce qu'il n'est pas

Les limites du guide ont été discutées avec les participants lors des sessions des groupes de travail. Compte tenu du délai de rédaction du guide et de la nature mondiale du projet Fruits responsables, il était impossible de mener les recherches scientifiques longitudinales sur le terrain qui pourraient servir à répondre à des questions spécifiques liées aux effets du changement climatique à long terme sur le secteur de l'ananas dans des conditions de production variées. Le guide ne cherche donc pas à être un guide scientifique exhaustif contenant des solutions obligatoires et universelles en matière d'adaptation. Il vise plutôt à mettre en évidence les risques climatiques et les difficultés auxquels les producteurs de certains pays sont confrontés, ainsi que les solutions d'adaptation qu'ils testent pour réduire les risques futurs. Un examen supplémentaire de la littérature scientifique a été effectué pour valider les pratiques d'adaptation définies par les entreprises. Le guide reconnaît par ailleurs que la durabilité à long terme des efforts d'adaptation passe par la collaboration entre différents acteurs étatiques et non étatiques.

1.7 Structure du guide

Le **chapitre 1** présente le contexte dans lequel s'inscrit le guide et aborde l'impact du changement climatique sur l'agriculture mondiale et la production des fruits tropicaux. Il explique par ailleurs l'objet et les limites du guide.

Le **chapitre 2** explique la portée du guide, notamment les pays choisis pour un examen plus approfondi des effets du changement climatique sur la production d'ananas; les tendances climatiques affectant ces pays; et un bref aperçu de certaines expériences en matière d'élaboration de plans nationaux d'adaptation pour le secteur agricole.

Le **chapitre 3** présente les risques climatiques qui pèsent sur la production d'ananas dans un ensemble de pays et explique leur impact sur la production.

Le **chapitre 4** présente et discute des stratégies d'adaptation au changement climatique dans le secteur de la production d'ananas.

Le **chapitre 5** traite de certaines des difficultés liées à la détermination des risques climatiques et à la recherche de solutions d'adaptation, et met en lumière les lacunes en matière d'information, de recherches et de solutions techniques qu'il convient de combler pour améliorer la disponibilité et l'adoption de pratiques d'adaptation.

L'**annexe 1** fournit une liste de ressources supplémentaires pouvant servir aux entreprises cherchant à en savoir plus sur le changement climatique et ses effets sur l'agriculture, les fruits tropicaux et les solutions en matière d'adaptation.

Chapitre 2.

Portée du guide



Comme indiqué dans le **chapitre 1**, le changement climatique affecte différemment les pays et les régions. Pour que ce guide ait du sens, des recherches sur les tendances climatiques et stratégies nationales d'adaptation propres à chaque pays doivent donc être menées. Le projet Fruits responsables étant axé sur **la production et le commerce durables** de l'ananas à l'échelle mondiale, le choix des pays examinés dans ce guide a été étayé par leur importance relative dans **la production et l'exportation mondiales**, qui constituent des sources importantes de revenus étrangers et d'emploi. Sur cette base, cinq pays producteurs et exportateurs d'ananas ont été choisis pour faire l'objet d'une analyse approfondie.

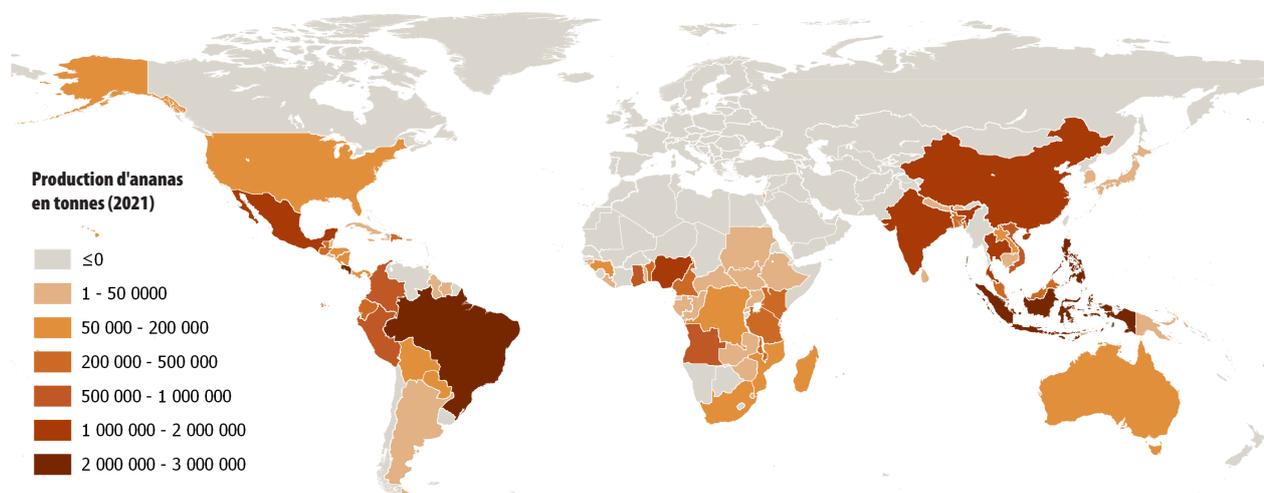
Il convient de noter que la production d'ananas dans d'autres grands pays producteurs non sélectionnés, comme le Brésil, sera également affectée par le changement climatique à l'avenir. Cela peut donner lieu à une disponibilité réduite pour les consommateurs nationaux, qui constituent la principale cible de leur production, ou à une offre excédentaire, en fonction des variations des conditions climatiques d'une année sur l'autre. Ce guide aura donc peut-être un intérêt pour les producteurs de ces pays, confrontés à des menaces climatiques comparables, quel que soit leur engagement dans le secteur de l'exportation.

2.1 Production et exportation d'ananas

2.1.1 Production mondiale d'ananas

Selon FAOSTAT, plus de 80 pays s'adonnent à la production d'ananas, qui a connu une forte croissance entre 2002 et 2021, passant de 15,8 millions de tonnes à 28,6 millions de tonnes. Comme le montre la **figure 2**, l'Asie est la principale région productrice d'ananas à l'échelle mondiale, représentant près de 46 pour cent de la production en 2021, suivie de la région Amérique latine et Caraïbes, qui représente quant à elle 35 pour cent de la production. Dans ces régions, la production d'ananas est dominée par certains pays, le Costa Rica, l'Indonésie et les Philippines représentant chacun environ 10 pour cent de la production mondiale (FAO, 2023b). Parmi les autres grands producteurs desservant leurs marchés intérieurs, citons le Brésil et la Chine, qui représentent respectivement 8 pour cent et 6,6 pour cent de la production mondiale (FAO, 2023b).

Figure 2. Carte de la répartition mondiale de la production d'ananas



Source: Création de l'auteur à partir de **FAO**. 2023. FAOSTAT: Cultures. Dans: FAO. Rome. [Cité le 21 mars 2023]. www.fao.org/faostat/fr/#data/QCL

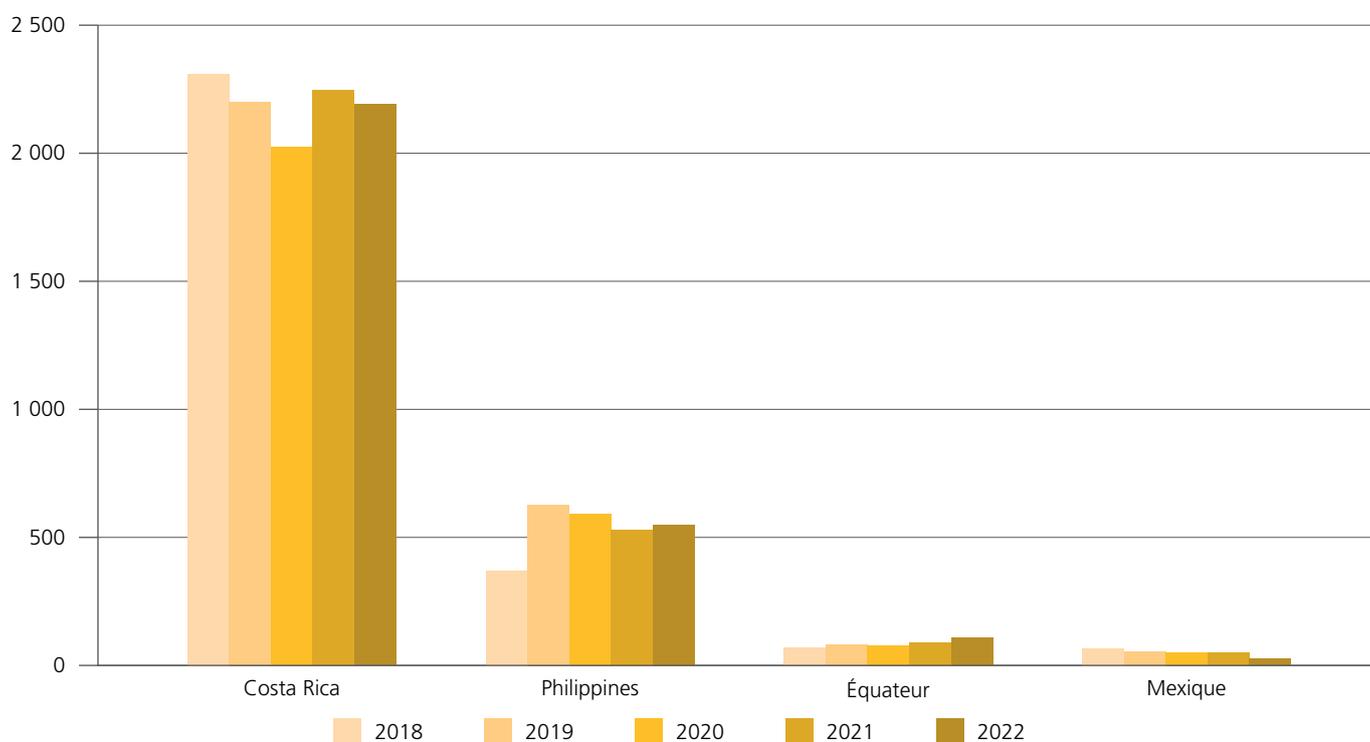
2.1.2 Commerce mondial de l'ananas

En 2021, les exportations mondiales ont atteint un total de 3,2 millions de tonnes (FAO, 2022e). Le Costa Rica, en tant que premier producteur mondial de la variété d'ananas MD-2 préférée par le marché, a exporté environ 2,2 millions de tonnes, soit près de 75 pour cent des exportations totales, suivi par les Philippines, avec environ 537 000 tonnes, soit 17 pour cent des exportations mondiales (FAO, 2023b). Toutefois, compte tenu des données préliminaires sur le commerce, les exportations mondiales d'ananas devraient passer à 3,2 millions de tonnes en 2022, soit une baisse de 1,5 pour cent, en raison d'une baisse des températures au Costa Rica, du coût élevé de l'énergie et de problèmes de conteneurs (FAO, 2023a).

La **figure 3** montre les cinq principaux exportateurs d'ananas entre 2018 et 2022 et les quantités exportées par chacun, tout en mettant en lumière le rôle dominant joué par le Costa Rica et les Philippines. Les ananas exportés depuis le Costa Rica sont principalement destinés aux marchés des États-Unis et de l'Union européenne, respectivement destinataires de 46 pour cent et 32 pour cent des produits en 2021 (FAO, 2022d). Pour les États-Unis d'Amérique, près de 95 pour cent des importations d'ananas provenaient du Costa Rica en 2021, le reste venant principalement du Mexique, du Honduras et du Guatemala. Pour l'Union européenne, le Costa Rica fournit environ 87 pour cent des ananas importés, suivi de l'Équateur, de la Côte d'Ivoire et du Ghana. Les ananas exportés depuis les Philippines en 2021 étaient principalement destinés à la Chine (40 pour cent), au Japon (34 pour cent) et à la Corée du Sud (14 pour cent) (UN Comtrade, 2023).



Figure 3. Quantités d’ananas exportées depuis les principaux pays exportateurs, 2018-2022 (données préliminaires pour 2022)



Source: **FAO.** 2023a. *Major Tropical Fruits Market Review – Preliminary results 2022 (Revue majeure du marché des fruits tropicaux – Résultats préliminaires 2022)*. Rome.

2.1.3 Choix des pays pour le guide

Compte tenu des discussions ci-dessus, le guide procédera à un examen approfondi des effets du changement climatique et des stratégies d’adaptation dans les deux principaux pays producteurs et exportateurs d’ananas, **le Costa Rica et les Philippines**. Toutefois, afin de mieux comprendre les effets du climat sur la production d’ananas dans d’autres pays et régions, **l’Équateur, la Thaïlande et le Ghana** ont été ajoutés à l’étude sur la base des informations disponibles. Le cas échéant, la littérature scientifique relative à d’autres pays producteurs d’ananas et entreprises opérant dans le secteur de l’ananas a aussi été consultée à la recherche de solutions innovantes en matière d’innovation, et des conclusions utiles ont été tirées de pays comme le Brésil, l’Inde, la Malaisie et la République dominicaine. Ces conclusions ont été intégrées dans ce guide.

2.2 Tendances climatiques affectant les principaux pays producteurs et exportateurs

Comme indiqué dans le **chapitre 1**, les fruits tropicaux sont très sensibles à l'évolution des facteurs environnementaux comme la **température** et les **précipitations**, qui ont un lien direct avec les stades phénologiques des cultures fruitières. La qualité et la quantité des ananas produits peuvent être négativement impactées par la hausse des températures et les changements de précipitations (par exemple baisse de la disponibilité d'eau/précipitations excessives) associés au changement climatique. Cette section fournit des renseignements de haut niveau sur les tendances climatiques de référence associées aux températures et aux précipitations dans les pays. Elle nous informe aussi sur les futures projections établies à partir des données des [profils de risque climatique des pays établis par la Banque mondiale](#) et des données générales par pays disponibles sur le [Portail des connaissances de la Banque mondiale sur le changement climatique](#). Les risques climatiques spécifiques définis par les producteurs d'ananas et entreprises du secteur participant au projet Fruits responsables sont abordés en détail dans le **chapitre 3** (risques climatiques pesant sur la production d'ananas).

2.2.1 Tendances climatiques associées aux températures

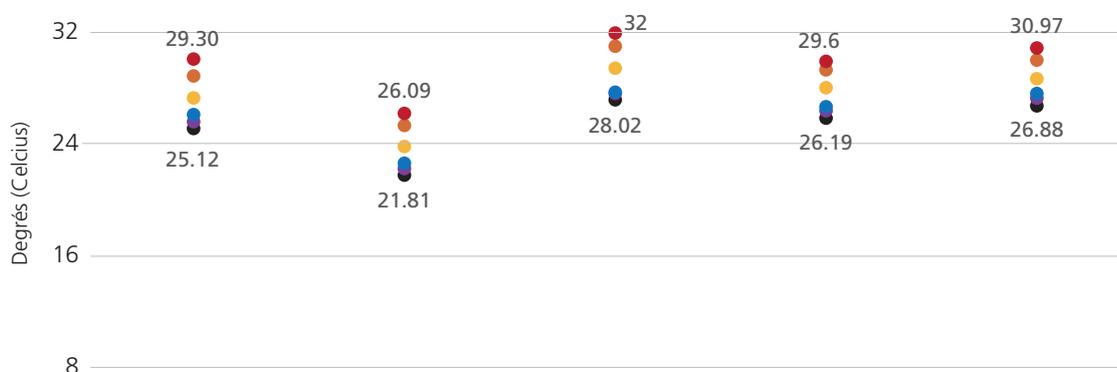
Selon les estimations de la Banque mondiale, les températures moyennes dans les principaux pays producteurs d'ananas inclus dans ce guide augmenteront dans les cinq scénarios d'émissions de changement climatique modélisés (**figure 4**)⁷.

Dans le cadre d'un scénario intermédiaire (SSP2-4.5), où les émissions de CO₂ commencent à décliner après 2050, l'Équateur devrait connaître le pic le plus élevé en termes de hausse des températures parmi les pays étudiés, avec une hausse moyenne de 2,02 °C d'ici à 2100. La Thaïlande et le Ghana auront des températures moyennes plus élevées de respectivement 1,81 °C et 1,82 °C, tandis que la hausse de la température moyenne au Costa Rica et aux Philippines sera respectivement de 1,77 °C et 1,78 °C d'ici à la fin du siècle.

⁷ La Banque mondiale a estimé les températures moyennes futures jusqu'à 2100 en créant cinq scénarios possibles tenant compte des niveaux d'émissions et du modèle de trajectoires socioéconomiques partagées (SSP). Chaque scénario analyse les émissions, les efforts d'atténuation et le niveau de développement des pays, en se fondant sur les températures moyennes de la période de référence 1995-2014. Les modèles sont les suivants: SSP1-1.9, le scénario le plus optimiste, qui décrit un monde à zéro émission nette de CO₂ à l'horizon 2050. SSP1-2.6, où l'objectif net zéro est atteint après 2050 et où les températures se stabilisent autour de 1,8 °C de plus à l'horizon 2100. SSP2-4.5, où les émissions de CO₂ commencent à baisser après 2050 et n'atteignent pas l'objectif net zéro à l'horizon 2100. Les progrès vers la durabilité sont lents, le développement et la croissance des revenus sont inégaux et les températures augmentent de 2,7 °C à l'horizon 2100. SSP3-7.0, où les émissions de CO₂ sont multipliées approximativement par deux à l'horizon 2100 et les températures augmentent de 3,6 °C au cours de la même période. SSP5-8.5, où les émissions de CO₂ actuelles sont multipliées quasiment par deux à l'horizon 2050. L'économie mondiale se développe rapidement en s'appuyant sur les combustibles fossiles et des modes de vie à forte intensité énergétique; la température mondiale moyenne augmente de 4,4 °C.



Figure 4. Températures moyennes projetées à l’horizon 2100, par modèle SSP et pays producteur d’ananas



	Costa Rica	Équateur	Ghana	Philippines	Thaïlande
● Période de référence (1995–2014)	25.12	21.81	28.02	26.19	26.88
● SSP1-1.9	25.49	22.48	28.57	26.55	27.54
● SSP1-2.6	25.85	22.66	28.62	26.78	27.71
● SSP2-4.5	26.90	23.83	29.83	27.96	28.70
● SSP3-7.0	28.34	25.38	31.38	29.07	30.26
● SSP5-8.5	29.30	26.09	32	29.6	30.97

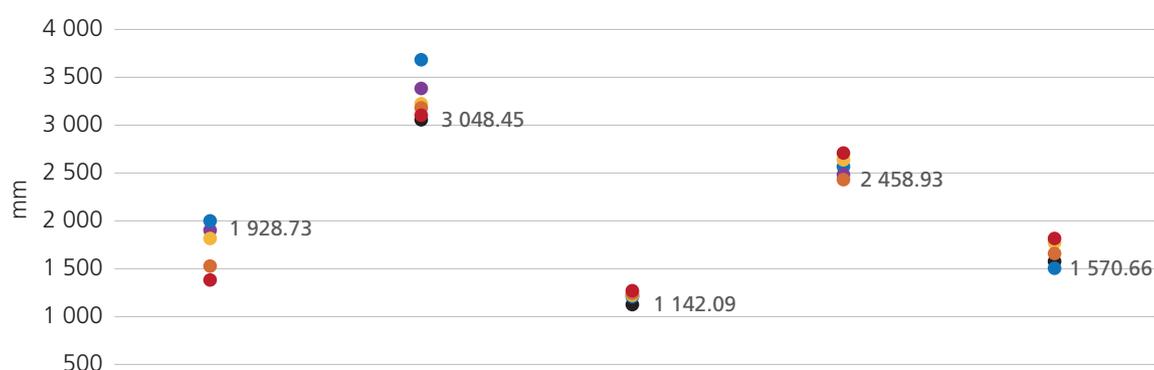
Source: Création des auteurs à partir de données de la **Banque mondiale**. 2022. Portail des connaissances sur le changement climatique pour les professionnels du développement et les responsables politiques. Dans: Groupe de la Banque mondiale [en ligne]. Washington. [Cité le 7 octobre 2022]. <https://climateknowledgeportal.worldbank.org>

D’après le GIEC, une hausse de 2 degrés provoquera des conditions météorologiques plus fréquentes et intenses (multiplication des sécheresses, des fortes précipitations et des tempêtes de grêle) et l’extinction de certains animaux et plantes, et mettra en danger la production de certains produits agricoles (GIEC, 2021).

2.2.2 Tendances climatiques associées aux précipitations

La variabilité des précipitations (distribution, fréquence et quantité pendant l’année) et les changements à long terme ont des effets différenciés sur la production d’ananas, selon qu’il y a déficit ou excès d’eau à des stades spécifiques de développement des plantes. Contrairement aux températures, les futurs schémas de précipitations ne présentent pas de tendance claire et varient en fonction de la région et du pays producteur (**figure 5**).

Figure 5. Précipitations projetées à l'horizon 2100, période de référence 1995-2014, pour les pays producteurs d'ananas

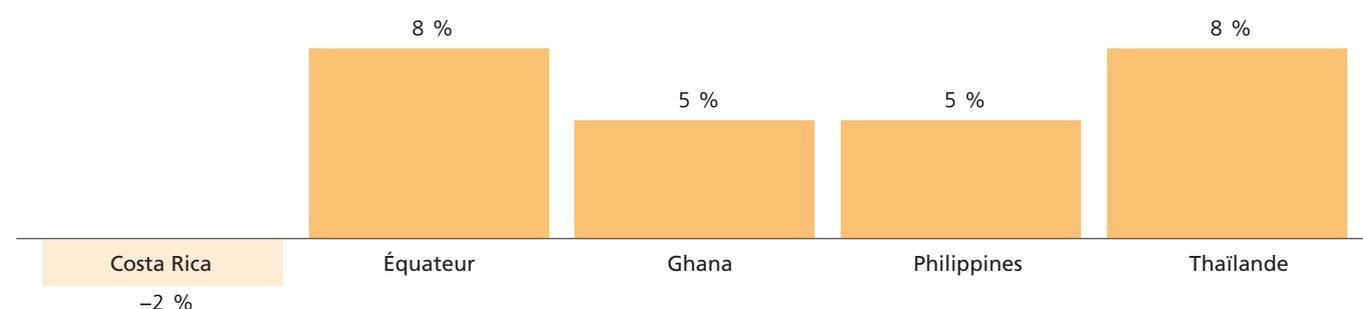


	Costa Rica	Équateur	Ghana	Philippines	Thaïlande
● Période de référence (1995–2014)	1928.73	3048.45	1142.09	2458.93	1570.66
● SSP1-1.9	1935.44	3633.12	1198.32	2516.87	1519.31
● SSP1-2.6	1999.69	3434.06	1192.33	2475.05	1716.36
● SSP2-4.5	1880.55	3289.46	1203.12	2571.20	1703.36
● SSP3-7.0	1526.33	3280.25	1211.91	2444.95	1624.87
● SSP5-8.5	1431.58	3075.93	1225.40	2609.69	1758.90

Source: Création des auteurs à partir de données de la **Banque mondiale**. 2022. Portail des connaissances sur le changement climatique pour les professionnels du développement et les responsables politiques. Dans: Groupe de la Banque mondiale [en ligne]. Washington. [Cité le 7 octobre 2022]. <https://climateknowledgeportal.worldbank.org>

À l'exception du Costa Rica, tous les pays producteurs d'ananas visés par cette étude devraient connaître une hausse de leurs précipitations d'ici la fin du siècle, dans le cadre d'un scénario d'émissions intermédiaire. L'Équateur et la Thaïlande devraient connaître une hausse moyenne de 8 pour cent, contre une hausse moyenne des précipitations annuelles de 5 pour cent au Ghana et aux Philippines. Selon certains modèles, le Costa Rica pourrait connaître une baisse des précipitations de -2 pour cent à l'horizon 2100 (**figure 6**).

Figure 6. Taux d'évolution des précipitations à l'horizon 2100 basé sur le modèle SPP2-4.5 dans les pays producteurs d'ananas



Source: Création des auteurs.



Pour approfondir davantage les tendances climatiques abordées ci-dessus d'un point de vue national, le **tableau 2** résume la situation climatique de référence et les tendances projetées relatives aux températures et aux précipitations affectant les pays producteurs d'ananas sélectionnés, selon les données et profils de risque climatique des pays établis par la Banque mondiale pour 2021 (Banque mondiale, 2022). Il convient de noter que ces tendances sont principalement signalées à l'échelle nationale, ce qui peut ou non tenir compte des différences de microclimat régionales et locales dans les principales zones de production. Les informations sur la localisation des régions productrices d'ananas dans ces pays sont indiquées pour référence. Les risques climatiques localisés identifiés par les producteurs participant au projet Fruits responsables sont abordés dans le **chapitre 3**.

Tableau 2. Présentation des tendances relatives aux températures et aux précipitations associées au changement climatique dans les pays producteurs d'ananas sélectionnés

Pays	Projections relatives aux températures	Projections relatives aux précipitations
Costa Rica	<p>Les ananas sont produits dans trois régions du pays: la plus grande surface consacrée à la production d'ananas est située dans la région Huetar Norte (53 pour cent de la superficie totale); la région Huetar atlantique (27 pour cent), et la région Pacifique (Brunca) (21 pour cent) (CANAPEP, 2023).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les températures devraient augmenter de 1,48 °C d'ici les années 2050 et de 3,08 °C d'ici la fin du siècle dans le cadre d'un scénario à fortes émissions. • Le nombre de jours très chauds (températures supérieures à 35 °C) devrait passer d'environ 6 à 72 dans l'année d'ici la fin du siècle, en particulier dans les régions de la côte Pacifique et du Nord. • Les températures maximales devraient augmenter de 3 à 8 °C et les températures minimales devraient augmenter de 2 à 3 °C. 	<ul style="list-style-type: none"> • Le Costa Rica est menacé par l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des précipitations extrêmes à l'origine d'inondations. La modification des schémas pluviométriques dans le pays lors de la deuxième moitié du siècle suggère un début de saison des pluies plus précoce, ainsi que des sécheresses futures. • Les projections régionalisées semblent indiquer une baisse des précipitations d'ici à 2100, y compris une réduction négative de 13 à 24 pour cent dans le golfe de Nicoya et dans la zone centrale Pacifique, augmentant ainsi la probabilité d'une hausse de l'aridité et des sécheresses. • Une hausse des précipitations devrait avoir lieu dans les zones au sud du Pacifique.

Adaptation au changement climatique dans le secteur des fruits tropicaux: guide technique adressé aux producteurs et exportateurs d'ananas.

Pays	Projections relatives aux températures	Projections relatives aux précipitations
Équateur	<p>Les ananas sont produits dans la région côtière de l'Équateur, dans les provinces de Guayas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos, El Oro, Esmeraldas et Manabí. La majorité des ananas sont cultivés à Santo Domingo de los Tsáchilas.</p> <ul style="list-style-type: none">Les hausses de températures devraient se poursuivre, avec un réchauffement prévu le long de la frontière orientale. Une hausse de 1,0 °C dans les vallées interandines est prévue pour les années 2030.Les régions de l'Amazonie et de la Sierra devraient connaître une hausse considérable des températures, respectivement de 5 °C et de 4 °C, d'ici la fin du siècle, dans le cadre d'un scénario à fortes émissions. Les températures des régions côtières augmenteront de 3,3 °C dans les années 2090.	<ul style="list-style-type: none">Le pays devrait être soumis à des conditions d'aridité accrues, avec une baisse des précipitations jusqu'au milieu du siècle et une hausse des précipitations au cours de la deuxième moitié du siècle.L'intensité des précipitations devrait augmenter dans les régions de la Sierra et de l'Amazonie, mais baisser dans les zones côtières, jusqu'à 50 pour cent d'ici 2050.Dans les régions côtières, l'élévation du niveau de la mer, associée à une augmentation des ondes de tempêtes, peut entraîner des inondations localisées. Les glissements de terrain sont aussi courants dans les zones montagneuses.
Ghana	<p>La culture de l'ananas est principalement concentrée dans les régions du Grand Accra, de la Volta, Orientale et Centrale.</p> <ul style="list-style-type: none">Les températures devraient augmenter de 1,0 à 3,0 °C d'ici le milieu du siècle, et de 2,3 à 5,3 °C d'ici la fin du siècle. Le réchauffement prévu devrait augmenter plus rapidement dans les régions septentrionales et intérieures que dans les zones côtières du pays.Des hausses importantes du nombre de journées et de nuits chaudes sont aussi attendues, à hauteur de 18 à 59 pour cent d'ici le milieu du siècle, parallèlement à une baisse du nombre de journées fraîches.	<ul style="list-style-type: none">Au Ghana, les précipitations connaissent un niveau élevé de variabilité interannuelle et interdécennale.Des précipitations plus irrégulières et intenses sont attendues pendant la saison des pluies, de même que des niveaux de précipitation plus faibles pendant la saison sèche, avec une baisse plus importante dans les régions méridionales. Des précipitations intenses devraient également provoquer des inondations et des crues éclair, ainsi qu'une érosion des berges.Le Ghana est vulnérable à la hausse de l'aridité et des sécheresses, ainsi qu'aux précipitations extrêmes et aux inondations.



Pays	Projections relatives aux températures	Projections relatives aux précipitations
Philippines	<p>Les ananas sont principalement produits sur l'île de Mindanao (78 pour cent). Le nord de Mindanao est la principale région productrice d'ananas (51 pour cent), suivie par SOCCSKSARGEN (26 pour cent) au sud de Mindanao (PSA, 2020).</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • Les températures moyennes devraient augmenter de 3,1 °C d'ici les années 2090 dans le cadre d'un scénario à fortes émissions. Toutefois, le degré d'incertitude est élevé en raison des grandes échelles spatiales utilisées pour les modèles. • À Luzon et Mindanao (où sont cultivés les ananas), les projections climatiques montrent une hausse proche de 3,4 °C au cours de la période 2080-2099 dans le cadre d'un scénario à fortes émissions. • Dans le sud de Mindanao, des augmentations particulièrement importantes de la probabilité d'une vague de chaleur sont prévues, avec des canicules d'une durée d'un an prévues d'ici à 2050. • Le stress thermique pourrait entraîner une baisse de 20 pour cent de la productivité de la main-d'œuvre d'ici à 2050 pendant les mois de pics dans le cadre du scénario à fortes émissions. 	<ul style="list-style-type: none"> • Les projections de tendances locales à long terme concernant les précipitations sont incertaines, mais certaines tendances mondiales sont évidentes. L'intensité des phénomènes pluviométriques extrêmes infrajournaliers semble augmenter avec les températures, ce qui semble être confirmé par les données issues de différentes régions d'Asie. • L'avenir des précipitations aux Philippines, et en particulier la variabilité interannuelle, dépendra des interactions du changement climatique avec le phénomène appelé El Niño-Oscillation australe. • En termes de phénomènes météorologiques extrêmes, le pays est l'un des plus frappés par les cyclones au monde, puisqu'il se situe dans la zone des typhons. Les inondations représentent un risque considérable, de même que l'exposition aux séismes et la menace des glissements de terrain.
Thaïlande	<p>La production d'ananas a lieu sur les côtes orientale et occidentale du golfe de Thaïlande, en particulier dans la province de Prachuap Khiri Khan, à l'ouest du pays.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • Selon le scénario à fortes émissions, les températures moyennes devraient augmenter de 3,8 °C d'ici les années 2080. La moyenne annuelle des températures maximales et minimales mensuelles devrait augmenter considérablement, quel que soit le scénario d'émissions envisagé. • D'ici les années 2080, la Thaïlande devrait connaître une hausse très importante du nombre de jours présentant un indice de chaleur supérieur à 35 °C. • Quel que soit le scénario d'émissions, la probabilité d'une vague de chaleur touchant le pays augmente considérablement entre 2080 et 2099. Dans les zones du nord, la probabilité d'une canicule sera de 17 pour cent par an dans les années 2090 (dans le cadre d'un scénario à fortes émissions). 	<ul style="list-style-type: none"> • Les études observent une hausse du nombre de précipitations annuelles, notamment pendant la saison des pluies. • Dans l'ouest du pays, les sécheresses liées à El Niño sont plus fréquentes et graves, en parallèle avec une hausse des niveaux de carbone. • L'intensité des phénomènes pluviométriques extrêmes infrajournaliers semble augmenter avec les températures, ce qui semble être confirmé par les données issues de différentes régions d'Asie. • La Thaïlande est extrêmement exposée aux inondations, y compris côtières, et crues, y compris éclairs. La Thaïlande est aussi exposée aux cyclones tropicaux et aux risques qui y sont associés.

Source: Données et descriptions des tendances climatiques extraites des rapports sur les profils de risque des pays de la Banque mondiale (2021) et de Banque mondiale (2022).

2.3 Contributions déterminées au niveau national et l'importance des plans nationaux d'adaptation pour le secteur agricole

Dans la lignée de la discussion ci-dessus sur l'évolution du climat à l'échelle nationale, il est important de comprendre comment les pays planifient et coordonnent leurs efforts pour faire face au changement climatique dans le cadre d'actions visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre et à mettre en œuvre les plans d'adaptation. Au niveau international, ces actions trouvent leur fondement dans l'[Accord de Paris](#), signé par 196 pays le 12 décembre 2015 à Paris (France), lors de la Conférence des Nations Unies sur les changements climatiques (COP21). L'Accord de Paris est un **traité international juridiquement contraignant sur le changement climatique**. Il est entré en vigueur le 4 novembre 2016. Les cinq pays étudiés dans ce guide en sont signataires. Son objectif général est de contenir «l'élévation de la température moyenne de la planète nettement en dessous de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels» et de poursuivre l'action menée pour «limiter l'élévation de la température à 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels» (CCNUCC, 2023). L'Accord de Paris comprend également l'objectif mondial d'adaptation, qui vise à « accroître la capacité d'adaptation, renforcer la résilience et réduire la vulnérabilité au changement climatique, pour contribuer au développement durable et assurer une réponse d'adaptation adéquate » (CCNUCC, 2015). Ces dernières années, les dirigeants mondiaux ont souligné le besoin de limiter le réchauffement mondial à 1,5 °C d'ici la fin du siècle. D'après le GIEC, dépasser le seuil des 1,5 °C risque de déclencher des effets beaucoup plus graves du changement climatique, tels que sécheresses, vagues de chaleur et précipitations plus fréquentes et plus graves. Pour cela, les émissions de gaz à effet de serre doivent culminer avant 2025 au plus tard et baisser de 43 pour cent d'ici à 2030 (GIEC, 2023).

La mise en œuvre de l'Accord de Paris par chaque signataire est assurée par des plans d'action climatique nationaux connus sous le nom de [contributions déterminées au niveau national \(CDNN\)](#), qui présentent les efforts déployés par les pays après 2020 pour réduire les émissions nationales de gaz à effet de serre et s'adapter aux effets du changement climatique. Chaque pays doit se fixer des objectifs pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, déterminer comment il compte y parvenir à l'aide de mesures d'atténuation, et décrire ses stratégies pour mettre en œuvre des pratiques d'adaptation dans les secteurs prioritaires. Les CDNN sont soumises tous les cinq ans au Secrétariat de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Afin d'améliorer cette ambition au fil du temps, l'Accord de Paris indique que les CDNN successives doivent représenter une progression par rapport à la précédente et refléter sa plus grande ambition possible. La CDNN sert de moyen collectif recensant les progrès mondiaux relatifs aux objectifs climatiques et indiquant si le réchauffement mondial peut rester en dessous du seuil de 1,5 °C. Les cinq pays étudiés dans ce guide ont soumis des [rapports sur leurs CDNN](#)⁸ à la CCNUCC depuis 2020.

⁸ Les rapports sur les CDNN pour les pays étudiés dans ce guide sont disponibles sur la page NDC Registry, gérée par la CCNUCC. Des rapports sont disponibles pour les pays suivants: Costa Rica, Équateur, Ghana, Philippines et Thaïlande.



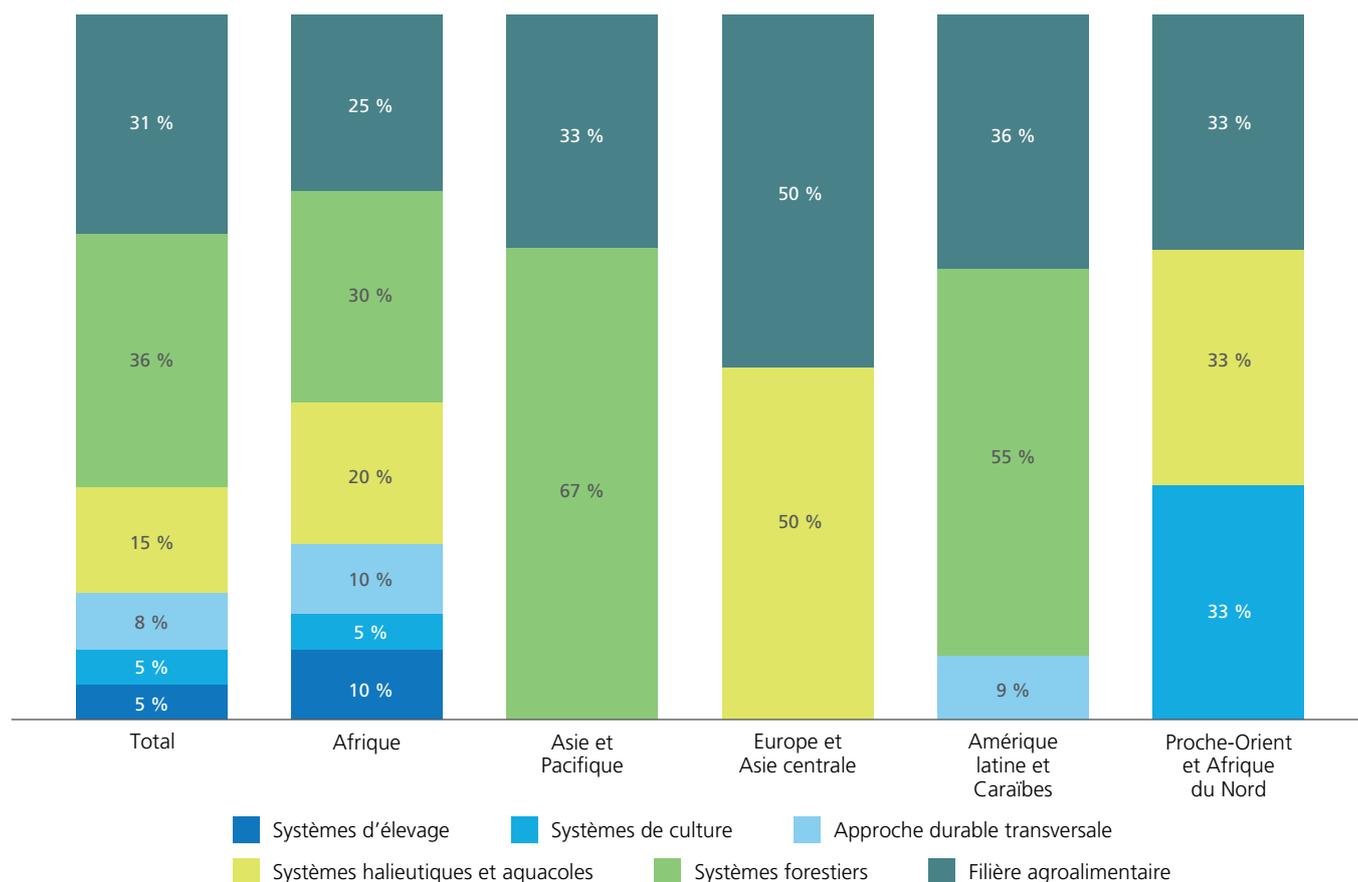
L'examen de ces rapports indique que les objectifs d'atténuation et les programmes visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre restent au cœur des CDNN. Si les efforts d'adaptation sont mentionnés dans les cinq rapports, dans la plupart des cas ils sont formulés dans des termes plus généraux/abstraites que ceux liés à l'atténuation, et peu d'indications sont fournies sur la manière dont ces efforts seront suivis et mesurés. Ces constatations ont aussi été confirmées dans le [Rapport de synthèse 2022 de la CCNUCC sur les CDNN](#), qui a passé en revue 166 des CDNN, dont 142 CDNN nouvelles ou actualisées, ainsi que par le NDC Global Update Report 2023. Ces rapports ont révélé que, même si la composante relative à l'adaptation dans les CDNN mises à jour s'est améliorée, des efforts supplémentaires devront être déployés pour introduire des objectifs d'adaptation quantitatifs et à durée déterminée et les cadres d'indicateurs associés dans tous les rapports. L'un des défis à relever pour encourager une plus grande clarté des stratégies et cibles d'adaptation est le manque de cadre de présentation normalisée de rapports pour l'adaptation dans les CDNN. Certains pays ont clairement défini leurs programmes d'adaptation et commencé à définir des objectifs dans leurs CDNN (par exemple, le Kenya), tandis que d'autres demeurent plus abstraits.

L'élaboration et la mise en œuvre de plans nationaux d'adaptation sont importantes pour rendre opérationnelle la réalisation des objectifs d'adaptation des CDNN. L'adaptation au changement climatique dans le secteur agricole fait partie des priorités définies dans les plans climatiques nationaux des pays en développement. Plus de 95 pour cent des pays en développement ayant défini des priorités ou actions en matière d'adaptation dans leur CDNN ont mentionné les secteurs de l'agriculture ou de l'utilisation des terres, et 78 pour cent d'entre eux citaient des mesures spécifiques liées aux écosystèmes et ressources naturelles (FAO, 2016, 2017a; Crumpler *et al.*, 2021). Ces plans manquent toutefois souvent de détails sur la façon dont les efforts seront axés sur le soutien à l'adaptation dans le secteur agricole. Ils ne couvrent pas toujours certains aspects fondamentaux de la planification de l'adaptation nécessaires pour soutenir non seulement l'agriculture (y compris la production végétale et animale, la pêche et la sylviculture), mais aussi la sécurité alimentaire et la nutrition. Par ailleurs, une approche sensible au genre s'impose dans la planification de l'intégration de l'agriculture dans les plans nationaux d'adaptation, afin de reconnaître l'impact disproportionné du changement climatique sur les moyens de subsistance des femmes, des filles et des jeunes, et de commencer à lutter contre les inégalités structurelles (par exemple, dans les politiques, lois, normes, institutions) qui sous-tendent bon nombre des différents défis en matière d'adaptation auxquels les femmes et les hommes peuvent être confrontés (FAO, 2018a).

Les CDNN et les plans nationaux d'adaptation reconnaissent aussi le besoin critique de mobiliser les entreprises privées dans l'agriculture et l'utilisation des terres. Selon une analyse récente des CDNN et plans nationaux d'adaptation soumis, 60 pour cent des pays consultent le secteur privé dans le cadre du processus de planification relatif aux CDNN, mais seuls 10 pour cent mettent en place des collaborations actives (Crumpler *et al.*, 2021). Cette tendance a été observée dans toutes les régions, mais l'Amérique latine et les Caraïbes présentent le plus grand nombre de collaborations actives entre les pouvoirs publics et le secteur privé dans le cadre de la planification des CDNN (*ibid.*).

Les principaux points de départ pour le dialogue en matière d'action climatique dans toutes les régions sont liés au potentiel d'atténuation ou d'adaptation dans les systèmes forestiers (36 pour cent) et les filières agroalimentaires (21 pour cent), qui revêtent tous deux une grande pertinence pour l'industrie de l'ananas intervenant dans les pays analysés dans le présent guide.

Figure 7. Points d'entrée du secteur privé dans la planification des CDNN liées aux secteurs agricoles, par région et sous-secteur



Source: **Crumpler, K., Abi Khalil, R., Tanganelli, E., Rai, N., Roffredi, L., Meybeck, A., Umulisa, V., Wolf, J. et Bernoux, M.** 2021. 2021 (Interim) Global update report – Agriculture, Forestry and Fisheries in the Nationally Determined Contributions. Gestion de l'environnement et des ressources naturelles – Document de travail no 91. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb7442en>

Pour relever les défis mentionnés ci-dessus, la FAO et le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) se sont associés en 2015 pour travailler avec les pays en vue d'intégrer des solutions d'adaptation spécifiques au secteur agricole dans leurs plans nationaux d'adaptation. Le programme intitulé «Intégration de l'agriculture dans les plans nationaux d'adaptation (PNA-Ag)» a travaillé avec 11 pays pour définir et intégrer des mesures d'adaptation climatique du secteur agricole dans les processus nationaux budgétaires et de planification en vue de la réalisation des objectifs de développement durable et de l'Accord de Paris. Deux des principaux pays producteurs d'ananas, les **Philippines** et la **Thaïlande**, adhèrent à ce programme. Si les plans élaborés ne portent pas précisément sur le secteur des fruits tropicaux, ils méritent un examen plus approfondi, compte



tenu de la détermination des facteurs de risque climatique pour l'agriculture dans les plans et la définition des mesures d'adaptation proposées, qui sont aussi pertinentes pour la production de fruits tropicaux (gestion de l'eau, préservation du sol, protection de la biodiversité, agroforesterie, systèmes d'alerte précoce etc.). Le **tableau 3** illustre le soutien fourni par le programme PNA-Ag à ces pays.

Tableau 3. Résumé du soutien fourni par le programme PNA-Ag aux pays en vue de l'élaboration de leurs nationaux d'adaptation

Pays	Soutien du PNA-Ag
Philippines	Depuis 2016, le soutien du programme PNA-Ag aux Philippines vise à approfondir différents domaines prioritaires: meilleure intégration de l'adaptation au changement climatique et de la réduction des risques de catastrophes dans les plans et interventions du secteur agricole; amélioration des connaissances sur la planification de l'adaptation basée sur le paysage; amélioration de l'intégration de la planification nationale et locale de l'adaptation pour le secteur agricole; amélioration de la prévision pour les cultures et les pêches; amélioration de la capacité à prioriser, suivre et évaluer les solutions d'adaptation tenant compte des questions de genre pour le secteur agricole.
Thaïlande	<p>Le PNA-Ag a soutenu l'élaboration du Plan stratégique agricole de la Thaïlande relatif au changement climatique (ASPCC) (2017-2021). Ce plan résume les connaissances actuelles sur les impacts observés et projetés du changement climatique sur le secteur agricole de la Thaïlande, et présente les stratégies de réponse prioritaire.</p> <p>Priorités en matière d'adaptation au changement climatique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Priorité 1: Gestion de l'eau: i) gestion intégrée et participative des ressources hydriques; ii) amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau; iii) développement des zones d'irrigation; iv) hausse du nombre de petits étangs fermiers pour stocker l'eau. • Priorité 2: Gestion durable du sol: i) prévention de la dégradation du sol (plantation de cultures de couverture et rotation des cultures); ii) restauration des sols dégradés (analyse de l'état du sol et promotion des engrais organiques); iii) optimisation de l'utilisation des terres agricoles par le zonage agricole (par le recours à des outils de cartographie agricole). • Priorité 3: Renforcement de la résilience face aux climat des agriculteurs: i) cartographie des risques liés au changement climatique pour toutes les cultures principales; ii) promotion de l'assurance contre les risques climatiques (assurance indexée); iii) création d'un indice de résilience climatique pour le secteur agricole; iv) promotion de l'agriculture intégrée et de l'agriculture durable (agriculture biologique et nouvelle théorie de l'agriculture); v) promotion du transfert de technologies sur l'agriculture de précision et les biotechnologies; vi) création de systèmes d'alerte précoce pour le secteur agricole; vii) promotion de politiques axées sur le marché et d'incitations économiques à l'action climatique. • Priorité 4: Renforcement des mesures visant à soutenir la capacité des agriculteurs et des entreprises à s'adapter: i) élaboration de mesures pour compenser et soutenir l'adaptation et la résilience climatiques des agriculteurs et entreprises ; ii) renforcement des mesures, des mécanismes et de la structure institutionnelle le cas échéant.

Source: Adapté de la **FAO**. 2023. Intégration de l'agriculture dans les plans nationaux d'adaptation. [Consulté le 2 mai 2023]. www.fao.org/in-action/naps/partner-countries

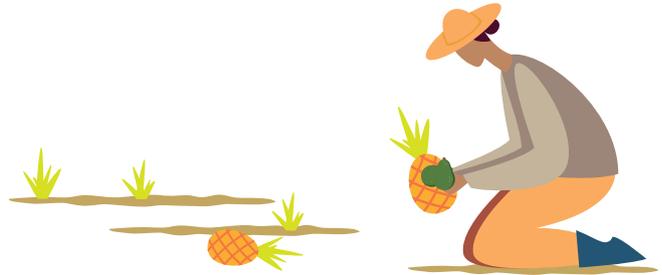
Ces dernières années, les travaux relevant du programme PNA-Ag ont également avancé pour inclure un appui à la conception de systèmes de suivi-évaluation pour l'adaptation dans le secteur agricole à intégrer dans les plans nationaux d'adaptation (FAO et PNUD, 2023). Selon la FAO et le PNUD (2023), les pays se heurtent à plusieurs défis lorsqu'ils procèdent au suivi-évaluation de l'adaptation, y compris la période prolongée au cours de laquelle les effets du changement climatique se font sentir; l'incertitude des effets du climat; la spécificité du contexte et l'absence d'indicateurs communs; l'attribution des impacts aux interventions en matière d'adaptation ou de développement; et l'accessibilité et la disponibilité de données pertinentes sur le climat. Toutefois, les progrès se poursuivent et il est admis qu'il est essentiel de relier les systèmes de suivi-évaluation aux processus de planification et de mise en œuvre de l'adaptation, y compris les plans nationaux d'adaptation et les CDNN.

Dans le contexte de l'industrie des fruits tropicaux, il est utile de comprendre comment les secteurs de produits de base spécifiques comme la production et l'exportation d'ananas peuvent contribuer à la réalisation des objectifs d'atténuation et d'adaptation définis dans les contributions déterminées au niveau national et les plans nationaux d'adaptation. Cela peut aider l'industrie à aligner ses efforts sur ceux déployés au niveau national et infrarégional et à montrer aux responsables politiques les efforts qu'elle déploie pour soutenir ces plans. Des initiatives spécifiques comme le suivi de l'empreinte carbone et hydrique effectué à l'aide d'outils en libre accès (comme celui en cours de création par le projet Fruits responsables pour l'industrie de l'ananas) peuvent aider les associations de producteurs et d'exportateurs à démontrer concrètement comment les efforts d'adaptation et d'atténuation sont soutenus conformément aux stratégies, plans et objectifs nationaux. Des approches similaires doivent être envisagées pour suivre et évaluer les pratiques d'adaptation présentées dans le **chapitre 4** du présent guide, afin que les initiatives menées par l'industrie ou relevant de partenariats public-privé puissent être mises en évidence comme contribuant à la réalisation des objectifs nationaux en matière d'adaptation.

Chapitre 3.



Risques climatiques pesant sur la production d'ananas



Comme nous l'avons vu dans la **sous-section 2.2.1** du **chapitre 2**, une hausse des températures moyennes est prévue d'ici la fin du siècle pour tous les pays producteurs d'ananas étudiés dans ce guide. Cela provoquera une hausse de la fréquence et de l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes, qui auront des effets majeurs sur la qualité des fruits avant et après la récolte, et donc sur le potentiel commercial pour les entreprises et associations.

Contrairement aux températures, les futurs schémas de précipitations ne présentent pas de tendance particulière et varient en fonction de la région et du pays producteur (voir la **sous-section 2.2.2**). À l'exception du Costa Rica, où les projections font état d'une baisse de la pluviométrie, tous les autres pays producteurs d'ananas étudiés dans ce guide assisteront probablement à une hausse des précipitations d'ici la fin du siècle, la hausse moyenne la plus élevée d'ici 2100 étant prévue pour l'Équateur et la Thaïlande.

Compte tenu de ces tendances futures, ce chapitre résume les risques climatiques importants définis suite à l'examen de la littérature scientifique et à des consultations organisées avec les producteurs et associations de l'industrie de l'ananas. Comprendre ces risques peut aider les producteurs d'ananas, les associations et les entreprises à tenir compte des risques climatiques futurs dans leur prise de décisions relatives à la gestion et à l'atténuation des impacts potentiels. Dans chaque cas:

- Les effets du risque sur la production d'ananas sont définis et décrits.
- Les autres effets que le changement climatique et les phénomènes météorologiques extrêmes peuvent avoir sur les dimensions sociale et économique de la production d'ananas sont illustrés.
- Les risques climatiques subis dans différents pays producteurs d'ananas sont présentés.

Le **tableau 4** résume les principaux risques climatiques et certains de leurs effets sur la production d'ananas.

Tableau 4. Principaux risques climatiques et autres impacts et menaces associés pour la production d'ananas

Variables climatiques	Risques et impacts				
Température		Hausse des températures		Chaleur extrême	
		Gel et basses températures		Rayonnement solaire	
	Précipitations		Précipitations intenses		Pénurie d'eau
			Sécheresse		Modification du régime pluviométrique
Mixtes et autres		Floraison précoce		Propagation des ravageurs et maladies	
		Érosion du sol		Vents forts	

3.1 Températures

La qualité des fruits est garantie en combinant des températures nocturnes relativement faibles, des journées ensoleillées et des températures diurnes allant de 21 °C à 29,5 °C, et ne dépassant pas les 32 °C (Hossain, 2016). Ces seuils peuvent toutefois varier selon la région productrice. Par exemple, les températures dans les régions productrices d'ananas du Ghana varient entre 20 °C et 36 °C (Williams, Crespo et Atkinson, 2017). Les températures en dehors de cette fourchette peuvent nuire gravement au développement de la plante et à la qualité des fruits, comme expliqué ci-dessous.

Températures élevées

Pour chaque degré au-dessus de 32 °C, les taux de croissance de la plante baissent rapidement, et au-dessus de 35 °C, la croissance de l'ananas peut être retardée (Gouvernement australien, 2008). Les températures élevées influent aussi sur la qualité des fruits. Le **tableau 5** résume les effets principaux des températures élevées sur le développement et la qualité des ananas.



Tableau 5. Impacts des températures élevées sur la production d'ananas

Stade de production	Impact
Floraison	Les températures nocturnes supérieures à 25 °C accélèrent la floraison, provoquant ainsi une floraison précoce et une production inégale.
Développement du fruit	Les températures supérieures à 32 °C provoquent une irrégularité de la forme des fruits, et notamment de la couronne, qui constitue l'un des principaux matériels végétaux.
Qualité	Les températures élevées (plus de 35 °C) et les rayonnements solaires associés nuisent à la peau de l'ananas et peuvent favoriser la propagation de maladies. En fonction de l'importance du dommage, les fruits brûlés par le soleil peuvent ne pas répondre aux exigences du marché international.
Récolte	Les différences importantes entre les températures diurnes et nocturnes (entre 8 et 14 °C) réduisent également le rendement agricole (Custódio <i>et al.</i> , 2016).

Comme le montre le **tableau 5**, les températures plus élevées prévues auront un effet différencié sur la production d'ananas en fonction de la phase de développement touchée par ces températures.

Les températures élevées n'ont généralement que peu d'impact pendant la phase de croissance végétative de l'ananas, les feuilles tolérant généralement bien les fortes températures (Bartholomew, Paull et Rohrback, 2003; Williams *et al.*, 2017). Toutefois, pendant la phase de développement de la plante, les fortes températures peuvent provoquer la formation de tissus subéreux dans les fruits et les déformer. Les températures supérieures à 32 °C peuvent par ailleurs tuer les plantes en raison d'une fermeture des stomates et de la baisse du processus de transpiration (Cespedes *et al.*, 2018). Les températures élevées produisent par ailleurs une plus forte évaporation de l'eau, réduisant ainsi la quantité d'eau disponible dans le sol et dans l'environnement. Cela a un effet négatif sur l'absorption de nutriments par la plante, et donc sur son développement physiologique. Elles peuvent par exemple poser problème pour le développement des fruits individuels (les yeux) de l'ananas, ce qui est perçu comme une perte pour la qualité esthétique du fruit (Cespedes *et al.*, 2018).

Pendant la phase de floraison, les températures plus élevées, accompagnées d'autres facteurs d'humidité, augmentent aussi l'incidence des principaux ravageurs pour l'ananas, comme le thécla (*Strymon basilides*) et la cochenille farineuse (*Dysmicoccus brevipes*), attirés par la couleur des fleurs d'ananas (voir plus loin pour plus de détails sur les ravageurs et maladies).

Modification des rayonnements solaires

La luminosité optimale pour le développement de la plante et du fruit tourne autour de 1 500 heures par an (Vargas *et al.*, 2018). Un rayonnement solaire supérieur ou inférieur à ce chiffre aura des effets différents sur la production et la qualité des ananas.

De très fortes températures peuvent entraîner une hausse du rayonnement solaire, endommageant ainsi la qualité des fruits et favorisant la propagation des ravageurs et des maladies (Vargas *et al.*, 2018). Les fruits peuvent être brûlés par le soleil (l'un des principaux problèmes de la hausse des

rayonnements) pendant les périodes d'éclairement élevé, ce qui peut entraîner des pertes importantes de fruits. Les brûlures ont lieu lorsqu'une partie localisée du fruit est directement exposée à la lumière du soleil, provoquant ainsi une hausse de la température de la chair. Les brûlures peuvent meurtrir les plantes et les fruits à différents niveaux. Elles peuvent avoir des effets mineurs (décoloration de l'extérieur), ou causer des dommages plus graves rendant les fruits impropres à la commercialisation.

Les brûlures pendant le développement de l'inflorescence peuvent donner lieu à des fruits gravement déformés. L'impact direct des rayons du soleil sur les ananas pendant la phase d'induction florale entraîne une multiplication des fruits endommagés par des tissus subéreux, qui affectent la qualité et l'esthétique des fruits et en réduisent le rendement commercialisable (Cespedes *et al.*, 2018). Pendant la phase de maturation, les brûlures graves peuvent rendre translucide la partie affectée, et l'assécher (Bartholomew, Paull et Rohrbach, 2003).

Par opposition, la faible intensité solaire peut entraîner des retards physiologiques dans le développement des plantes, celles-ci ne recevant pas suffisamment d'énergie pour effectuer les processus de photosynthèse. Par ailleurs, les plantes subissent des changements morphologiques internes, puisqu'elles passent de l'état végétatif au stade reproductif, accélérant la floraison naturelle. Ce processus n'étant pas homogène d'un bout à l'autre de la plantation, il entraîne une hausse de la production et des coûts de la récolte, et réduit les rendements (Cespedes *et al.*, 2018). De même, les faibles rayonnements peuvent favoriser la formation de fruits opaques pendant la phase de maturation, impropres à l'exportation (Vargas *et al.*, 2018).

Les températures élevées et les rayonnements ont aussi des effets sur la santé et la sécurité de la main-d'œuvre des plantations d'ananas et des zones de conditionnement. Une exposition accrue et persistante à la lumière du soleil et à la chaleur augmente le risque de déshydratation, la prévalence des maladies cutanées et d'autres symptômes liés au stress thermique, tout en réduisant la productivité de la main-d'œuvre. Le stress thermique et la baisse de la productivité qui en résulte ont été identifiés comme une difficulté majeure future associée au changement climatique dans les pays comme le Costa Rica, l'Équateur et les Philippines (Banque mondiale, 2022).

Faibles températures

Les températures extrêmement faibles sont principalement causées par l'arrivée de fronts froids, qui entraînent parfois des baisses de températures en un laps de temps très court (de 30 °C à moins de 15 °C). Ce phénomène a été observé au Costa Rica et en République dominicaine. Les baisses soudaines de températures nuisent gravement au développement de la plante, très sensible aux faibles températures. Une baisse soudaine de la température peut accélérer la floraison naturelle, en particulier chez les plantes déjà en phase de floraison ou morphologiquement prêtes à fleurir (Cespedes *et al.*, 2018). Cela entraîne une irrégularité de la maturation et de la période de récolte, provoquant des pertes économiques pour les producteurs (Williams *et al.*, 2017).

De même, l’ananas ne tolère pas le gel, et les périodes de froid prolongées ou les températures inférieures à 0 °C affectent la croissance des plantes en détruisant la canopée, en retardant la maturation et en altérant la qualité du fruit en le rendant plus acide (OGTR, 2018).

Les faibles températures peuvent aussi provoquer une prolifération de certaines maladies. Le champignon *Penicillium funiculosum*, notamment, prospère à des températures oscillant entre 16 °C et 20 °C (Manik *et al.*, 2019).

3.2 Précipitations

En général, les ananas n’ont pas de besoins importants en termes d’eau, puisqu’ils utilisent déjà de manière très efficace l’eau disponible dans l’environnement. Des précipitations annuelles estimées entre 1 000 et 1 500 mm correctement réparties tout au long de l’année sont suffisantes à son développement (Azevedo *et al.*, 2007). Toutefois, ces seuils peuvent varier selon les propriétés du sol, les niveaux d’humidité et les températures dans les régions productrices. Par exemple, au Ghana, l’ananas pousse dans des conditions pluviométriques situées entre 600 et 4 000 mm (Williams, Crespo et Atkinson, 2017). Cela donne aux ananas la capacité inhérente de résister aux saisons sèches et à l’aridité, mais les périodes de sécheresse prolongée peuvent aussi affecter la production. D’autre part, l’ananas est particulièrement sensible à la hausse des précipitations et de l’humidité atmosphérique. La variabilité des précipitations affecte la production d’ananas différemment en fonction du stade de production (voir le **tableau 6**).

Tableau 6. Impact de la pénurie ou de l’excès d’eau sur la production d’ananas

Stade de production	Impact
Floraison	L’irrégularité des pluies (pluies ou sécheresses prolongées) rend la floraison artificielle inefficace et entraîne une répétition des applications, accompagnée d’une hausse des coûts et d’un manque d’homogénéité de la floraison affectant la maturité et la commercialisation du fruit .
Développement du fruit	Les précipitations très faibles entraînent un faible développement de la plante, tandis que des précipitations continues provoquent un échec total de la culture. Les longues périodes de sécheresse ou d’humidité pendant le développement des rejets entraînent un échec de leur développement. L’absence de pluie après la plantation affecte le développement des pousses et de la plante. Associées à une hausse des températures, les pénuries d’eau peuvent entraîner une élévation de l’évapotranspiration, réduisant ainsi l’humidité des sols et entraînant un stress hydrique pendant la production.
Qualité	L’abondance en eau augmente la présence des maladies, comme le champignon <i>Chalara paradoxa</i> . L’excès d’eau stimule la croissance de la tige et du cœur, ce qui est désavantageux pour les entreprises qui transforment les fruits, notamment en vue de la création de conserves. Les fortes pluies augmentent aussi la teneur en eau des fruits, rehaussant ainsi son niveau d’acidité et réduisant sa teneur en sucre, ce qui modifie le goût et la texture du fruit.
Récolte	Les excédents d’eau augmentent la vulnérabilité de la culture aux champignons pourrissant le cœur et entraînant d’autres défauts après la récolte, ce qui détériore la qualité du fruit.

Source : **Joy, P. et Sindhu, G.** 2012. *Diseases of pineapple (Ananas comosus): Pathogen, symptoms, infection, spread and management (Maladies de l'ananas [Ananas comosus]: pathogènes, symptômes, infection, diffusion et gestion)*. [Consulté le 15 juin 2023]. https://www.researchgate.net/publication/306017784_DISEASES_OF_PINEAPPLE_Ananas_comosus_Pathogen_symptoms_infection_spread_management; **Manik, T.K., Sanjaya, P., Pandu Pradana, O.C. et Arflan, D.** 2019. Investigating local climatic factors that affected pineapple production in Lampung Indonesia (Étude des facteurs climatiques locaux qui ont affecté la production d'ananas à Lampung, en Indonésie). *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 4(5): 1348-1355. <https://doi.org/10.22161/ijeab.45.8>; et **Williams, P.A., Crespo, O., Atkinson, C.J. et Essegbey, G.O.** 2017. Impact of climate variability on pineapple production in Ghana (Impact de la variabilité climatique sur la production d'ananas au Ghana). *Agriculture & Food Security*, 6(1): 26. <https://doi.org/10.1186/s40066-017-0104-x>

Faibles précipitations et sécheresse

Malgré la forte résistance de l'ananas aux conditions d'aridité, l'absence d'eau à n'importe quel stade du développement de la plante peut entraîner une faible productivité. Selon la recherche, le stress hydrique a un effet sur la taille et la qualité des plantes et des fruits (Abdullah *et al.*, 2011). La pénurie d'eau peut entraîner des retards physiologiques et la perte de plantes, la disponibilité et l'absorption des nutriments nécessaires à leur développement étant réduites (Cespedes *et al.*, 2018). Si les précipitations annuelles sont inférieures à 500 mm ou si des sécheresses sont prévues, des systèmes d'irrigation supplémentaires devront donc impérativement être mis en place pour garantir la viabilité de la production (Hossain, 2016).

Fortes précipitations

Les précipitations excessives ont un effet direct sur la qualité et le développement des fruits, ainsi que sur la présence de ravageurs et de maladies. L'excès d'eau produit par des précipitations intenses peut entraîner une saturation du sol et une baisse du niveau d'oxygène dans le sol. Ensemble, ces phénomènes réduisent le développement des racines et la croissance végétative, entraînent une perte de couleur des fruits, de la teneur en sucre (faibles degrés Brix) et du rendement (Cespedes *et al.*, 2018). En l'absence de systèmes de drainage de qualité et d'une bonne structure du sol, les terres deviennent engorgées. Lorsque les plantes sont engorgées, les racines manquent d'oxygène, puisque la respiration aérobie se réduit et la respiration anaérobie augmente. Le taux de photosynthèse décroît également, affectant la croissance de la plante (Shu *et al.*, 2019). Les sols engorgés peuvent aussi souffrir de toxicité ferreuse. La quantité de fer dans la solution du sol peut entraîner des déséquilibres nutritionnels qui affectent la croissance de la plante (Chairani *et al.*, 2018). En même temps, l'éthylène situé dans les tissus aériens peut augmenter à cause de l'engorgement, ce qui favorise la maturation rapide du fruit.

Dans les régions où les prévisions anticipent des précipitations fortes et en hausse, les plantes d'ananas seront davantage vulnérables aux ravageurs et maladies. Par exemple, la saturation des sols et l'anoxie, associées à des températures plus élevées, favorisent l'incidence de certaines maladies fongiques, comme *Phytophthora* et *Fusarium E. carotovora*. Dans certains cas, l'engorgement peut entraîner la mort des plantes dans les 15 jours due au pourrissement des racines et des plantes (Gouvernement australien, 2008).



L'ananas étant généralement une culture pluviale, il convient de mettre en place de bonnes pratiques de gestion de l'eau pour prévenir l'engorgement et la saturation des sols en cas de pluies fortes ou constantes. Il est important d'éviter l'engorgement prolongé des plantations, et conseillé de surveiller le niveau d'humidité des sols pendant toute la période de croissance (Verma, 2018).

3.3 Santé des sols

L'ananas a besoin de sols présentant une forte perméabilité, puisqu'un mauvais drainage augmente le risque d'attaques de pathogènes dans les racines. Des sols meubles, aérés et bien drainés sont essentiels à une production optimale (MAG, 1991). Un limon sablonneux et bien drainé à forte teneur en matière organique est préférable pour la culture des ananas (Verma, 2018).

Une mauvaise santé des sols, qui se traduit par l'érosion des sols et la dégradation des terres, peut être imputable au vent, aux courants d'eau provenant des ruisseaux ou dus à de fortes précipitations, aux changements de températures ou à l'utilisation inadaptée de la ressource (par exemple, mauvaise réalisation des pratiques de gestion des sols, surexploitation de produits agrochimiques, travail du sol). Parmi les autres causes contribuant à la mauvaise santé du sol, citons la déforestation, la modification de l'utilisation des terres (disparition de la forêt au profit de pâturages ou de terres agricoles) et le surpâturage (Leon *et al.*, 2012).

Le changement climatique est susceptible d'exacerber les problématiques liées à la santé des sols et de faciliter ainsi les processus d'érosion du sol. Comme l'indique le **chapitre 2**, les précipitations devraient s'accroître dans certaines des principales régions productrices d'ananas, telles que l'Équateur, le Ghana, les Philippines et la Thaïlande, ce qui augmente le risque d'érosion du sol par l'écoulement accru de la couche arable. Ce phénomène est particulièrement inquiétant dans les zones de production qui ne bénéficient pas d'un bon drainage en raison de pentes abruptes dont la couverture végétale est faible et les sols dégradés (Martínez, Menjívar et Saavedra, 2022). L'érosion peut à son tour augmenter la fréquence de l'engorgement produit par des précipitations intenses, créant des conditions favorables à la prolifération de pathogènes fongiques et d'adventices, notamment dans les zones où ceux-ci posent déjà problème (Howden, Newett et Deuter, 2005). La hausse des températures peut entraîner une augmentation de la température du sol et de l'évaporation, affectant ainsi le taux d'humidité et la structure générale du sol, ce qui peut à son tour entraîner une hausse de la demande d'eau pour l'irrigation (*ibid.*).

Le travail excessif de la terre en vue de la préparation du sol, le recours à des pesticides et herbicides synthétiques destinés à gérer les ravageurs, les maladies et les adventices, et l'utilisation de machines lourdes peuvent tous augmenter le risque d'érosion des sols, y compris la pollution, la baisse de la fertilité et la salinisation des sols (Martínez, Menjívar et Saavedra, 2022). D'après les entreprises participant au projet, certains de ces problèmes de dégradation du sol ont déjà été observés dans des zones de production d'ananas au Costa Rica, en Malaisie et en République dominicaine.

Globalement, la dégradation des sols et des terres a des effets négatifs sur la production, en réduisant la productivité et en nuisant aux écosystèmes et à la biodiversité adjacente aux zones de production agricole (Commission européenne, 2021).

3.4 Vents forts

Les vents forts peuvent entraîner un frottement des feuilles les unes contre les autres et favoriser ainsi l'apparition de pathogènes fongiques. Les vents exceptionnellement forts causés par des ouragans, cyclones et typhons peuvent gravement endommager toutes les parties de la plante, voire la déraciner, conduisant ainsi à une perte importante de plantes et à des dommages causés aux fruits après la récolte (Bartholomew, Paull et Rohrbach, 2003). Ces impacts entraînent des pertes de production et de revenus et une hausse du coût de repiquage. Ces types de phénomènes météorologiques extrêmes devraient être plus fréquents d'ici la fin du siècle dans les pays producteurs d'ananas comme le Costa Rica, les Philippines et la Thaïlande, et ce dans les différents scénarios de changement climatique (Banque mondiale, 2022).

Les vents forts peuvent aussi entraîner l'érosion du sol en favorisant la perte d'humidité des sols et en augmenter le stress lié aux dommages physiques. Tout comme les fortes précipitations, les vents forts peuvent avoir un impact sur l'infrastructure de production, y compris les systèmes d'irrigation et de drainage.

3.5 Ravageurs et maladies

Le changement climatique devrait exacerber la fréquence et la résistance des ravageurs et des maladies (Skendžic *et al.*, 2021). Les températures plus élevées et la modification des taux d'humidité dans les principales régions productrices d'ananas feront évoluer la répartition géographique des ravageurs, leur phénologie saisonnière (par exemple le moment de l'apparition de l'épidémie) et les dynamiques de population (par exemple leur survie) (GIEC, 2021).

La hausse projetée de ravageurs, associée au durcissement des exigences phytosanitaires et des réglementations des marchés importateurs relatives au recours aux produits agrochimiques, constitue un défi pour la durabilité et la résilience du secteur de l'ananas. Le **tableau 7** recense les principaux ravageurs et maladies touchant la production d'ananas au Costa Rica. Bon nombre de ces ravageurs et de ces maladies sont également pertinents pour d'autres pays producteurs d'ananas.



Tableau 7. Principaux ravageurs et maladies touchant la production d’ananas au Costa Rica

Ravageur ou maladie	
Pourriture noire (<i>Thielaviopsis sp.</i>)	<i>Chalara paradoxa</i>
Cochenille farineuse (<i>Dysmicoccus brevipes</i>)	<i>Fusarium guttiforme</i>
Symphiles (<i>Hanseniella spp.</i>, <i>Scutigerella spp.</i>, <i>Symphylella spp.</i>)	<i>Penicillium funiculosum</i>
Charançon des ananas (<i>Metamasius dimidiatipennis</i>)	Nématode des racines noueuses (<i>Meloidogyne javanica</i>)
<i>Phytophthora cinnamomi</i> et <i>Phytophthora nicotianae</i>	Nématode des lésions racinaires (<i>Pratylenchus brachyurus</i>)
Cochenille diaspine de l’ananas (<i>Diaspis bromeliae</i>)	Ver blanc (<i>Phyllophaga sp.</i>)
Thecla (<i>Strymon basilides</i>)	Nain de la canne à sucre (<i>Elaphria nucicolora</i>)

Source: Adapté de **Monge Muñoz, A.** 2018. *Guía para la identificación de las principales plagas y enfermedades en el cultivo de piña (Guide pour l'identification des principaux ravageurs et maladies de la culture de l'ananas)*. Costa Rica.

3.6 Floraison précoce

La floraison naturelle de l’ananas varie d’une année sur l’autre selon les saisons et les régions productrices, et est plus productive dans les zones d’altitude et de latitude plus élevées. Dans les principales régions productrices du Costa Rica, la floraison naturelle varie entre 20 et 80 pour cent (Gonzalez, 2010).

À mesure que l’industrie de l’ananas s’est développée partout dans le monde, il est devenu courant de forcer la floraison des ananas (floraison artificielle) pour garantir la disponibilité de la production et de l’approvisionnement tout au long de l’année. La floraison naturelle avant la date forcée prévue est donc devenue un problème important pour l’industrie, puisqu’elle porte préjudice à la gestion des cultures, à la récolte et à la vente des fruits. Dans certaines zones, en particulier les régions subtropicales, la floraison précoce peut causer d’importantes pertes de rendement, puisqu’elle conduit à la production, à un moment précis, de fruits trop petits ou trop peu nombreux pour valoir la peine d’être récoltés (Bartholomew, Paull et Rohrback, 2003).

Comme nous l’avons vu plus haut dans ce chapitre, les effets du changement climatique, y compris la hausse des températures nocturnes ou la baisse soudaine et brutale des températures, peuvent accélérer la floraison naturelle, et l’irrégularité des régimes pluviométriques (pluies prolongées ou journées sèches) peut aussi rendre inopérante la floraison artificielle. L’incidence accrue de la floraison précoce dans les plantations d’ananas doit donc être considérée comme un risque économique important associé au changement climatique pour les producteurs.

Chapitre 4.

Stratégies d'adaptation de la production d'ananas au changement climatique



Dans la continuité du **chapitre 3** et de la discussion sur les risques et impacts du climat sur la production d'ananas, ce chapitre présente 12 pratiques d'adaptation définies dans le cadre de consultations avec des informateurs et informatrices clés de l'industrie et d'examens de la littérature scientifique. Les pratiques recommandées sont étroitement liées aux différentes approches qui favorisent l'adaptation au climat et la durabilité dans différentes dimensions. Citons par exemple l'agriculture intelligente face au climat, l'agroécologie, l'agriculture régénératrice et l'agriculture numérique.

Les pratiques sélectionnées peuvent aussi contribuer directement à la résilience des systèmes de production face aux futurs phénomènes climatiques. Dans chaque cas, le chapitre :

- définit les risques climatiques pouvant être réduits, voire, dans certains cas, évités grâce à l'adoption de cette pratique;
- donne une brève description de la pratique et des modalités de sa mise en œuvre;
- propose d'autres avantages connexes potentiels sur les dimensions environnementale, économique ou sociale;
- présente un exemple de mise en œuvre de la pratique par une association de producteurs ou une entreprise, le cas échéant.

Le **tableau 8** résume les pratiques mentionnées dans ce chapitre et donne un aperçu des dangers climatiques et effets associés contre lesquels elles permettent de lutter. Comme le montre le tableau, la mise en œuvre d'une pratique d'adaptation peut aider à lutter contre plusieurs risques à la fois, et la combinaison de plusieurs pratiques peut renforcer la résilience générale du système de production.

Les exemples compris dans ce chapitre mettent en lumière les approches innovantes adoptées par les producteurs, les entreprises et les associations pour s'adapter au changement climatique. Ces pratiques sont fournies à des fins d'illustration uniquement. Elles n'ont pas été validées sur le terrain par la FAO, ni officiellement adoptées.



Tableau 8. Liste des pratiques d'adaptation climatique et des dangers et impacts contre lesquels elles permettent de lutter

Dangers climatiques et impacts	Précipitations intenses	Modification du régime pluviométrique	Chaleur extrême	Gel et basses températures	Vents forts	Tempêtes de grêle	Hausse des températures	Pénurie d'eau	Sécheresse	Érosion du sol	Rayonnement solaire	Propagation de ravageurs	Floraison précoce
Pratiques d'adaptation													
<u>Agroforesterie</u>	X		X	X	X				X	X	X	X	X
<u>Induction florale artificielle</u>	X	X					X						X
<u>Rotation des cultures</u>	X						X		X	X	X	X	
<u>Systèmes de drainage</u>	X	X								X		X	
<u>Systèmes d'alerte précoce</u>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<u>Lutte intégrée contre les ravageurs</u>		X					X			X	X	X	
<u>Cultures intercalaires</u>								X	X	X	X	X	
<u>Gestion intégrée de l'eau</u>	X	X	X		X			X	X	X		X	X
<u>Paillage et cultures de couverture</u>	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	
<u>Protecteurs solaires</u>			X	X	X	X					X		X
<u>Gestion des déchets</u>										X		X	
<u>Brise-vent et clôtures vivantes</u>			X		X	X				X		X	X

Note : Vous pouvez cliquer sur les différentes pratiques pour plus de détails.



4.1 Agroforesterie

Risques climatiques abordés: vents forts, chaleur extrême, vents et précipitations intenses et érosion du sol. Le microclimat généré par la présence d'arbres et d'un couvert végétal peut aussi aider à minimiser les effets des **sécheresses** et du **gel**. Ces systèmes peuvent aussi contribuer à la **lutte contre les ravageurs**. Parmi les avantages connexes, citons la diversification de la production, qui peut fournir une source de revenus supplémentaire aux producteurs en cas de baisse de la qualité et du rendement de la production d'ananas. L'agroforesterie peut aussi aider à réduire l'utilisation d'intrants externes comme les engrais et pesticides.

La pratique:

L'agroforesterie est une technique consistant à combiner des espèces végétales au système de production prédominant (dans ce cas, la production d'ananas)⁹. Les systèmes d'agroforesterie sont conçus pour créer des avantages communs à partir des interactions entre les différentes espèces, sans créer de concurrence entre elles. Cette association optimise la biodiversité et d'autres facteurs, y compris les services écosystémiques (cycle des nutriments et de l'eau), améliore la qualité du sol et la disponibilité des nutriments, et renforce la gestion des ravageurs et des maladies (Lugo, 2018). Le recours aux systèmes d'agroforesterie est recommandé sur les terres dégradées adaptées à l'agriculture ou à la sylviculture, afin de recouvrir des zones forestières sans pour autant sacrifier la production d'ananas. La **figure 8** présente un exemple de système agroforestier.

Figure 8. Plantation d'ananas dans le cadre d'un système d'agroforesterie au Ghana



© FAO/Giulio Napolitano.

⁹ Ces systèmes peuvent aussi intégrer l'élevage de petits ruminants et de volaille, mais l'introduction de bétail n'est pas abordée dans ce document, compte tenu de la nature des systèmes de production analysés.

Les pratiques d'agroforesterie mises en œuvre dans les plantations d'ananas peuvent être plus productives et plus rentables sur le plan économique que les systèmes de monoculture. Une étude menée au Mexique a conclu que la multiplication des espèces ligneuses pouvait aider à améliorer le rendement et la densité des plantations (Rosales-Adame *et al.*, 2014). Parmi les espèces ligneuses recommandées, citons: *Arecaceae*, *Bignoniaceae*, *Anacardiaceae*, *Lauraceae*, *Malpighiaceae*, *Meliaceae*, *Moraceae*, *Rutacea* et *Salicaceae*. La banane (*Musa cavendishii*), la papaye (*Carica papaya*), l'orange (*Citrus sinensis*), le citron vert (*Citrus aurantifolia*), le citron (*Citrus limon*), l'avocat (*Persea americana Mill.*), le café (*Coffea arabica L.*) et la mangue (*Mangifera indica L.*), entre autres, figurent également parmi les autres espèces de fruits ou d'arbres non ligneux à vocation commerciale qu'il est possible d'associer aux plantations d'ananas. Pour une liste des autres arbres pouvant être utilisés dans le cadre de systèmes d'agroforesterie (**tableau 11**), voir la section consacrée aux **brise-vent et clôtures vivantes**.

Parmi les avantages de l'agroforesterie pour les écosystèmes, citons également la réduction des risques de catastrophe. La présence d'arbres et d'arbustes favorise l'enracinement dans le sol/la stabilisation et réduit les écoulements pluviaux, entraînant ainsi une réduction des dégâts et pertes d'infrastructures et de cultures. Cela conduit également à des économies associées à des solutions d'infrastructures coûteuses, comme les fossés de drainage ou les égouts pluviaux (Schick *et al.*, 2018). Certaines études ont montré que la plantation d'arbres et d'arbustes entre les cultures ou autour des parcelles (voir la section consacrée aux **brise-vent et clôtures vivantes**) peut aider à prévenir l'érosion des sols, à restaurer la fertilité et à fournir une ombre aux ananas. L'incorporation de plantes vivaces contribue aussi à l'absorption accrue de carbone, compensant et atténuant ainsi certains effets du changement climatique (Oloo *et al.*, 2013).

Il est important de signaler toutefois que la productivité écologique des systèmes agroforestiers est étroitement liée à leur conception, c'est-à-dire aux types d'espèces végétales intégrées dans les plantations d'ananas et à la densité de plantation dans le champ. Des considérations sur la sélection des plantes sont nécessaires, puisque les niveaux de canopée, la tolérance à l'ombre, les besoins en nutriments et en eau diffèrent d'une plante à l'autre, ce qui peut produire des effets sur les plants d'ananas et sur le développement et le rendement des fruits à différentes étapes.

D'un point de vue économique, il convient de tenir compte des coûts liés à la production d'autres cultures commerciales ou non commerciales (main-d'œuvre, machines, équipements, semences, intrants), ainsi que des revenus supplémentaires potentiellement générés de cette manière, afin de définir la viabilité économique du système.



 Une réflexion approfondie est nécessaire pour choisir les plantes à intégrer aux systèmes d'agroforesterie. Comme c'est le cas pour les **brise-vent et clôtures vivantes**, les espèces non indigènes utilisées dans l'agroforesterie peuvent devenir invasives si leurs ennemis naturels sont absents de l'environnement dans lequel elles sont introduites. Il est donc très important de choisir des espèces complémentaires qui n'entrent ni en concurrence avec les ananas, ni avec la biodiversité locale.

4.2 Contrôle de la floraison naturelle par induction artificielle

Risques climatiques abordés: Cette pratique ne répond à aucun risque climatique spécifique. L'induction florale artificielle vise en revanche à réduire le potentiel de floraison naturelle précoce (ou prématurée) dû à la hausse des températures et des précipitations. La floraison précoce a eu des effets sur la planification de la production en réduisant l'uniformité des délais de production et en influant sur le commerce. L'induction florale artificielle aide à éliminer ces risques. Parmi les autres avantages de l'induction artificielle, citons également la réduction des déchets et la baisse des coûts de production.

La pratique:

Le contrôle de la date de floraison naturelle est une pratique qui peut aider les entreprises à synchroniser la floraison et à prévenir les problèmes de planification de la production et de la récolte causés par l'évolution du climat. La date de floraison naturelle varie d'un pays à l'autre en fonction des conditions climatiques, mais a des effets sur les pays producteurs de toutes les régions. Au Mexique, la floraison naturelle précoce peut entraîner une production anticipée allant jusqu'à 20 pour cent, tandis qu'en Australie, elle peut toucher 50 à 70 pour cent de la production, voire aller jusqu'à 80 pour cent au Brésil (Cunha, 2005).

Il est important de contrôler la floraison naturelle des ananas, puisque la floraison précoce peut se traduire à la fois par une baisse des revenus due à la surproduction à une période donnée de l'année, entraînant une saturation sur le marché et la baisse du prix à l'exportation, et par une hausse des déchets de production. Ainsi, en contrôlant les conditions de production et de récolte, l'industrie de l'ananas est plus à même de favoriser les récoltes de fruits hors saison, lorsque les prix sont plus élevés, et de gérer la continuité de la production tout au long de l'année.

La floraison naturelle peut être contrôlée à l'aide de différentes méthodes (Cunha, 2005):

- **La plantation de rejets, de bulbilles et de couronnes** qui atteignent une taille et un poids appropriés avant de fleurir ou au début de la période favorable à une différenciation naturelle.
- **Le recours à du matériel végétal** pouvant traverser la période d'induction naturelle sans gagner suffisamment de force pour répondre aux stimuli environnementaux.

- **L'intégration d'une gestion appropriée de la culture**, y compris les pratiques d'irrigation, pour réduire la sensibilité des plantes aux stimulants naturels de la floraison.
- **Le recours à une induction artificielle** pour éviter les effets des facteurs climatiques.
- **Le recours aux pratiques de sélection** pour choisir les caractéristiques pouvant rendre les plants d'ananas moins sensibles aux stimulants naturels de la floraison.

Forcer la floraison des ananas de manière artificielle (point d) ci-dessus) est une pratique bien établie dans les plantations commerciales d'ananas, utilisée pour contrôler la date de floraison et de récolte (Espinosa *et al.*, 2016). Cela garantit que les producteurs d'ananas ont un flux continu de fruits tout au long de l'année ou d'une saison donnée (Perez, 2019), afin de pouvoir fournir à leurs clients des récoltes fiables et de qualité à la période souhaitée.

L'induction artificielle est effectuée à l'aide d'éthylène et de produits chimiques libérant de l'éthylène, comme l'éthéphon et le carbure de calcium dégageant de l'acétylène. L'éthylène agit comme une hormone qui déclenche la phase reproductive de l'ananas et stimule le développement de l'inflorescence lorsque la plante est physiologiquement mûre (Rojas *et al.*, 2019). L'induction florale a lieu huit à dix mois environ après la plantation, une fois que la plante a atteint la taille souhaitée pour produire des fruits. L'induction peut aussi être effectuée à l'aide de l'acide naphthalène acétique et d'inhibiteurs de la biosynthèse et de l'action de l'éthylène éthéré, comme l'aviglycine (Espinosa *et al.*, 2016; Robin *et al.*, 2011).



Il est important de noter que l'utilisation de ces produits a d'importantes implications pour les pays producteurs vendant leurs produits à l'Union européenne. Une restriction existe déjà concernant le recours aux produits à base d'éthylène dans la production agricole européenne, où celui-ci n'est autorisé que dans le cadre d'usages intérieurs. Pour les importations en provenant de pays extérieurs à l'Union européenne, la limite maximale de résidus pour l'éthéphon (qui libère du gaz éthylène) sur les ananas en Europe est de 2 mg par kg, et ce produit chimique est interdit dans le cadre de la production biologique. Pour les petites entreprises ou les petits producteurs orientés vers les marchés d'exportation, ces réglementations pourraient rendre difficile la recherche d'alternatives efficaces à l'éthylène ou à l'éthéphon, puisqu'elles doivent assumer le coût de la recherche et de l'acquisition desdites alternatives, qui ne sont pas nécessairement faciles à obtenir.

La liste fournie au début de cette section présente d'autres options permettant de gérer la floraison naturelle. Les hormones végétales comme l'auxine, la gibbérelline et la cytokinine peuvent initier l'inflorescence tout en améliorant la taille des fruits et la qualité des ananas, comme l'indique une étude menée aux Philippines (Valleser, 2022). Ces phytohormones peuvent être considérées comme une alternative permettant aux entreprises et agriculteurs commerciaux de produire des fruits vendables sur le marché à un coût moins élevé que les produits à base d'éthylène. Les producteurs



peuvent consulter la [base de données de l'Union européenne sur les résidus de pesticides](#) pour accéder à des informations actualisées sur les exigences en matière de teneurs maximales en résidus.

4.3 Rotation des cultures

Risques climatiques abordés: sécheresse, stress thermique, modification du régime pluviométrique, inondation, écoulement de la couche arable, gel, précipitations intenses.

Parmi les autres avantages, citons la dépendance réduite vis-à-vis des intrants agricoles externes pour la gestion des nutriments, et les économies qui en résultent en matière de coût de la production.

La pratique:

La pratique consiste à produire différentes cultures au même endroit (par exemple, sur une parcelle) en les alternant d'un cycle de culture à l'autre. Le cycle de rotation peut avoir lieu chaque année ou tous les deux ou trois ans en fonction du nombre de cultures intégrées et du cycle de croissance de chacune. Comme indiqué dans la section consacrée à **la gestion intégrée des ravageurs** ci-dessous, la diversification et le séquençage des cultures utilisées permet de gérer l'incidence des ravageurs et des maladies dans le système cultural. La rotation des cultures cherche aussi à éviter l'épuisement du sol qui peut survenir avec la production continue d'une seule culture (ou de cultures d'une seule et même famille) (Chaddad, 2016). Il s'agit également d'un élément clé de l'agriculture de conservation et de l'agroécologie.

La séquence de rotation est conçue de façon à ce que les besoins en nutriments et en eau de la première plante complètent ceux de la suivante, et ainsi de suite, permettant ainsi de maintenir l'équilibre nutritif du sol. Une période de rotation d'au moins deux ans est recommandée pour réduire les populations de pathogènes, même si la présence d'adventices hôtes peut empêcher d'éliminer complètement ces derniers (Robin *et al.*, 2011). La pratique veut que les producteurs interrompent simultanément la production d'ananas pendant au moins un cycle cultural sur une ou plusieurs parcelles. Cela pourra avoir des retombées économiques, en fonction du type de culture utilisé dans le système de rotation (par exemple, cultures non commerciales).

Cette technique est particulièrement pertinente pour les sols qui présentent des symptômes de dégradation et une perte de fertilité due à l'utilisation d'engrais synthétiques, à la culture répétée d'une seule et même culture ou à des phénomènes climatiques de plus en plus intenses. Parmi les principales considérations à prendre en compte dans le cadre de la rotation des cultures, citons (FAO, n.d.):

- Toujours inclure des **cultures de couverture** (également connues sous le nom d'engrais verts) pour donner la priorité à la production d'une biomasse contribuant à l'amélioration de la couverture des sols et la teneur en matière organique. Des légumineuses doivent être introduites au moins une fois tous les deux ans (InfoAgro, 2022).

- Une espèce différente doit être semée dans le même champ lors de la saison suivante. Ces espèces doivent présenter des caractéristiques différentes de celles de l'ananas, y compris le type de végétation, le système racinaire ou les besoins en nutriments, entre autres.
- Les cultures de couverture sélectionnées doivent être adaptées à l'état du sol et aux conditions agroclimatiques, ainsi qu'au système de production des ananas. Les cultures à alterner devraient ainsi produire des bénéfices importants pour la production d'ananas.

García-De la Cruz *et al.* (2006) ont réalisé une étude au Mexique sur les effets de la rotation légumineuses/ananas dans les plantations d'ananas. Des plants de légumineuses ont été semés (2-3 graines par trou) au début de la saison des pluies et taillés à l'aide d'une machette quatre mois plus tard, au moment de la transplantation des ananas, sans avoir reçu de traitement aux pesticides. D'après les résultats, les paramètres de vigueur des plants d'ananas dans le système de rotation avec des légumineuses de type *Mucuna deeringiana* étaient plus élevés que ceux des plants récoltés dans le cadre de monocultures. Cette étude a également montré une hausse de l'adhérence du sol aux racines des plants d'ananas, ce qui indique une meilleure qualité et une meilleure structure du sol. Cela a été imputé à l'activité d'endomycorhizes générées par l'introduction de légumineuses. La productivité des ananas s'est également améliorée, ce qui a eu des répercussions économiques importantes sur les producteurs.

Des résultats comparables ont été obtenus en Indonésie, où les systèmes de production d'ananas ont fait l'objet d'une rotation avec des bananes Cavendish. L'étude a montré que, par rapport aux systèmes de monoculture ou de même espèce, la rotation avec les bananes améliorait le pH du sol et favorisait la présence de nutriments comme l'azote, le carbone, le phosphore et le potassium (Ramadhani *et al.*, 2021).

Au Costa Rica, l'utilisation de la légumineuse *Mucuna pruriens* a été recommandée pour assurer la gestion des adventices, compte tenu de la capacité de concurrence de la plante et de ses faibles besoins en nutriments (Cubero Fernández et Meza, 2014). Une étude au Mexique a également observé que le recours à des cultures de couverture comme *Vigna unguiculata* et *Mucuna pruriens* dans le cadre d'un système de rotation, accompagné d'un nombre contrôlé d'herbicides, permettait d'éliminer 95 à 100 pour cent des adventices (García et García-López, 2021). Cette étude a par ailleurs conclu que l'utilisation de ces cultures entraînait plus généralement une baisse du recours aux herbicides dans les plantations d'ananas. La plus faible dépendance aux herbicides permettra non seulement de réduire les coûts de production, mais assurera également la protection de l'environnement, le développement durable et la résilience du système de production.



Il est important de noter que le recours à la rotation des cultures devra parfois être complété par d'autres techniques de gestion des nutriments pour assurer la productivité du système à long terme. De même, les producteurs devront parfois évaluer les besoins en main-d'œuvre, en équipements et en machines, et estimer la quantité de semences nécessaires pour introduire et produire de nouvelles cultures.



Cette pratique peut avoir des avantages économiques, prenant la forme de rendements accrus, de revenus complémentaires grâce aux cultures supplémentaires et à la redistribution des pertes en cas de maladie ou de survenue d'un phénomène climatique (Sauca et Urabayen, 2005; Altieri et Nicholls, 2004). Parmi les autres avantages, citons la réduction des coûts de production due à un recours réduit aux pesticides et aux engrais.

4.4 Systèmes de drainage

Risques climatiques abordés: Précipitations intenses et inondations produisant un engorgement, qui suscite l'apparition de maladies causées par une forte humidité du sol. Bien exécutée, cette mesure peut aussi aider à prévenir l'**érosion des sols** en empêchant l'écoulement de la couche arable.

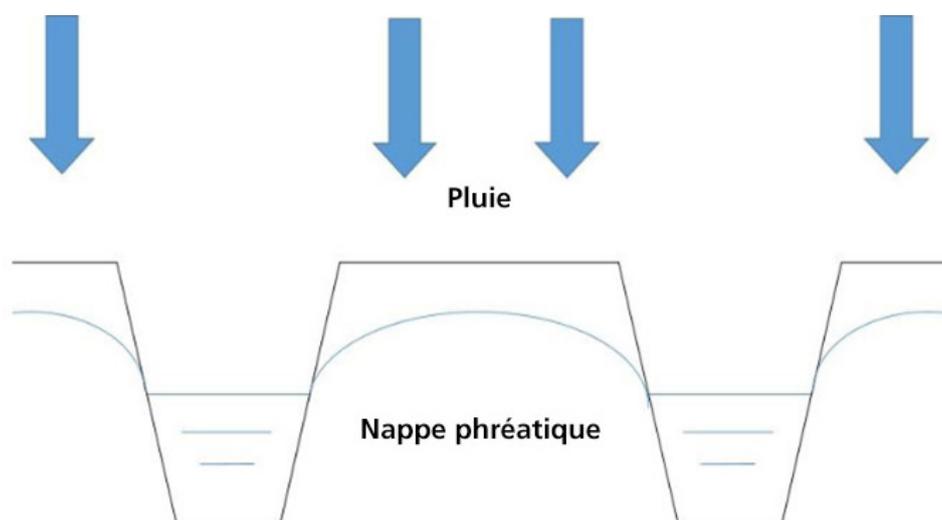
La pratique:

L'ananas ne tolère pas l'humidité excessive du sol. Il est donc essentiel de concevoir des systèmes de drainage qui empêchent l'accumulation d'eau dans la zone de culture. Les zones exposées au risque d'accumulation d'eau, comme les plaines de basse altitude, de même que les zones caractérisées par de fortes pentes (supérieures à -2 pour cent) ne sont pas recommandées pour la culture d'ananas, puisqu'elles présentent des risques d'écoulement de la couche arable. Si, pour une raison quelconque, ces conditions ne peuvent être remplies, il faudra recourir à des systèmes de drainage et chercher à réduire la pente, pour minimiser le risque d'inondation et d'écoulement de la couche arable (Esquivel, 2008).

La pente déterminera le type de systèmes de drainage utilisés, ainsi que leur nombre et leur localisation géographique dans la zone de production. Il sera parfois nécessaire de mettre en œuvre différents systèmes dans une même zone. Dans les régions présentant des pentes très irrégulières, un nombre plus important de canaux de drainage, situés à proximité les uns des autres, pourra être nécessaire pour garantir que la zone soit correctement drainée. Dans les zones présentant des pentes régulières, les canaux de drainage pourront être davantage éloignés, un système unique pouvant être en mesure de drainer une zone plus étendue (Bonet-Pérez *et al.*, 2023).

Les systèmes de drainage de surface sont recommandés pour éliminer l'excédent d'eau qui peut saturer la couche arable lors d'une inondation ou d'un engorgement. Ces systèmes éliminent l'excédent d'eau «superficielle» et la réorientent vers un cours d'eau naturel (Espinosa *et al.*, 2016). Les travaux de drainage de surface, comme les fossés à ciel ouvert (**figure 9**), sont particulièrement importants en tête de pente, pour pouvoir intercepter les ruissellements et réduire la quantité d'eau s'écoulant en aval le long de la pente de la zone de culture.

Figure 9. Système de drainage de surface par fossé à ciel ouvert



Source: Espinosa, M.R., Carvajal, L.M., Reza García, S.d.I.C., Melo Zipaçon, W.F., Bolaños Benavides, M.M., Martínez Reina, A.M., Rodríguez Borray, G., Ospina Parra, C.E. et Abril Castro, J.L. 2016. Plan de manejo agroclimático integrado del sistema productivo de piña (*Ananas comosus*): municipio de el Peñón departamento de Bolívar (Plan de gestion agroclimatique intégrée du système de production de l'ananas (*Ananas comosus*): municipalité de El Peñón, département de Bolívar, Colombie). *Boletines de divulgación* (bulletins de diffusion). Colombie.

Pour les zones où la culture a lieu sur de fortes pentes, le système de drainage de surface recommandé est le **fossé de pente**. Celui-ci prend la forme de petits canaux utilisés dans les zones touchées par de fortes précipitations et caractérisées par des pentes de 10 à 50 pour cent. Les fossés de pente sont par ailleurs utilisés dans les zones où il n'est pas possible de construire des terrasses suffisamment larges pour la culture (Cubero Fernández et Meza, 2014). Toutefois, puisqu'ils sont installés sur les fortes pentes, ils doivent être associés à d'autres pratiques comme la plantation en courbes de niveau¹⁰, le **paillage**, les bandes végétatives, les **clôtures vivantes et brise-vent** pour contrôler l'érosion.

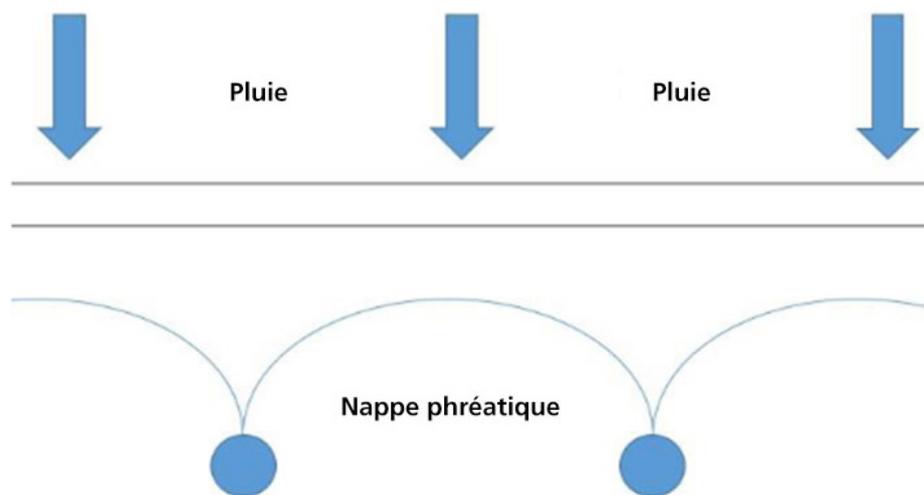
Sur les terrains très vallonnés, la conception doit commencer par le haut afin d'éviter les concentrations excessives d'eau dans les canaux destinés aux débits plus faibles (Obando, 2011). Un autre facteur à prendre en compte lors de la définition de la section de canal est la vitesse du débit d'eau. La vitesse de débit doit être suffisamment élevée pour favoriser l'évacuation de l'eau, mais suffisamment faible pour éviter d'accélérer l'érosion du sol. Dans tous les cas, cela signifie qu'il n'est pas recommandé de suivre un plan unique lors de la détermination de la profondeur du canal de drainage (Bonet-Pérez et al., 2023), mais qu'il convient d'adopter une approche holistique qui tient compte de l'utilisation de petites fosses/réservoirs d'eau, de la pente et du débit d'eau et de sa vitesse.

¹⁰ La plantation en courbes de niveau est la pratique qui consiste à labourer et planter en suivant les contours naturels des terres inclinées, afin de conserver l'eau de pluie et de réduire les pertes de sol dues aux glissements de terrain. Cette pratique est une mesure efficace pour minimiser le processus d'érosion du sol (Cubero Fernández et Meza, 2014).



Les **systèmes de drainage souterrain** servent à éliminer l'excédent d'eau dans les zones cultivées où la nappe phréatique est proche de la surface, entraînant une saturation du profil du sol et un très fort taux d'humidité dans la zone de développement des racines (voir la **figure 10**). Les drains peu profonds, qui prennent la forme de tuyaux d'évacuation souterraine (tuiles) installés entre 0,5 et 1 m de profondeur, sont un exemple de méthode de drainage souterrain. Cela permet d'abaisser le niveau de la nappe phréatique après la pluie plus rapidement que les drains profonds, tout en retenant l'humidité dans le sol et la zone racinaire. Ces systèmes améliorent aussi la qualité de l'eau en minimisant les pertes d'azote et de phosphore par la réduction de l'écoulement des eaux (Ghane, 2022). Certains outils comme le **Drain Spacing Tool**, développé par l'Université d'État du Michigan, peuvent aider à calculer la profondeur nécessaire en fonction des exigences en matière d'écoulement des eaux.

Figure 10. Système de drainage souterrain constitué de canalisations enterrées



Source: **Espinosa, M.R., Carvajal, L.M., Reza García, S.d.I.C., Melo Zipaçon, W.F., Bolaños Benavides, M.M., Martínez Reina, A.M., Rodríguez Borray, G., Ospina Parra, C.E. et Abril Castro, J.L.** 2016. Plan de manejo agroclimático integrado del sistema productivo de piña (*Ananas comosus*): municipio de el Peñón departamento de Bolívar (Plan de gestion agroclimatique intégrée du système de production de l'ananas (*Ananas comosus*): municipalité de El Peñón, département de Bolívar, Colombie). *Boletines de divulgación* (bulletins de diffusion). Colombie.

Pour les régions où les ananas sont produits dans des zones marécageuses, les systèmes de drainage doivent être conçus avec soin pour contrôler le niveau d'eau souterraine. Pour cela, il conviendra de réguler la profondeur et la taille des canaux et des vannes de vidange/de drainage (Imanudin *et al.*, 2019). Il est recommandé de maintenir le niveau d'eau souterraine à une profondeur de 40 à 50 cm sous la surface, afin de modérer la quantité d'eau nécessaire aux cultures. Cela empêchera également le marais de s'assécher et réduira le risque d'affaissement du sol, tout en garantissant un niveau d'humidité de la terre suffisamment faible pour permettre aux ananas de pousser (*ibid.*). La **figure 11** montre un système de drainage visant à réguler le niveau d'eau dans la production d'ananas au Viet Nam.

Figure 11. Un système de drainage efficace et le contrôle du niveau d'eau sont essentiels pour la culture de l'ananas dans le delta du Mékong, de faible altitude, au Viet Nam



© TFNet/Yacob Ahmad.

4.5 Systèmes d'alerte précoce et systèmes de suivi

Risques climatiques abordés: Les systèmes d'alerte précoce peuvent servir à prévoir tout type de risque climatique ou biotique, comme les ravageurs.

La pratique:

Les systèmes d'alerte précoce (SAP) sont une mesure phare de l'adaptation au changement climatique. Ils s'appuient sur des systèmes de communication intégrée qui peuvent aider les producteurs à se préparer en temps utile à la survenue de phénomènes prévisibles ou non. Les SAP peuvent être utilisés pour prévoir des phénomènes climatiques ou non climatiques, par exemple l'apparition de ravageurs ou de maladies. Un SAP performant donnera aux producteurs le temps de protéger leur production contre les pertes potentielles, de réduire les dégâts causés à leurs terres et aux infrastructures, voire, dans certains cas, de sauver des vies. Les SAP appuient la durabilité et la résilience à long terme du

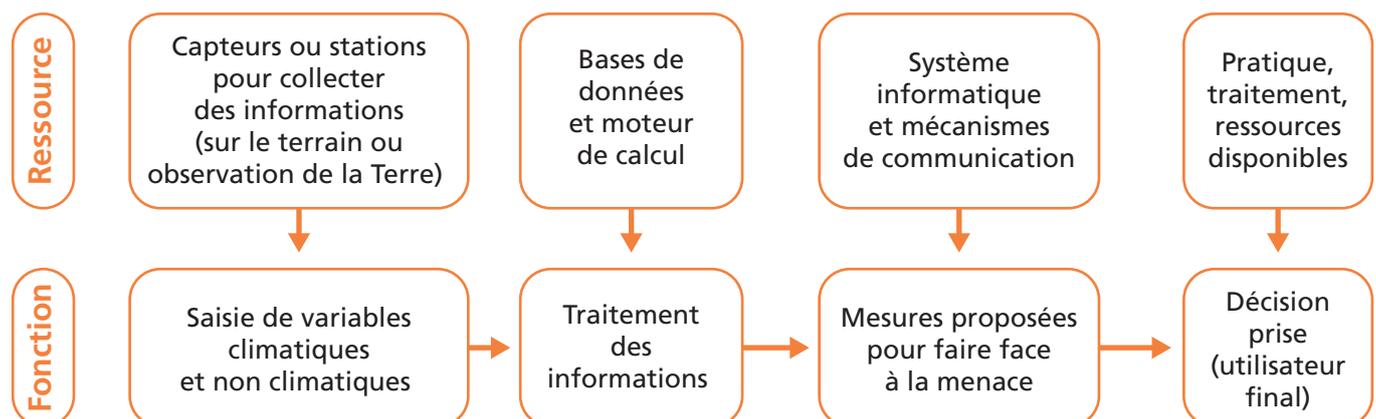


système de production. Pour être efficaces et complets, les SAP doivent comporter quatre éléments principaux (UNDRR et OMM, 2022):

- **Connaissances sur les risques auxquels les systèmes de production d'ananas sont confrontés.** Celles-ci sont basées sur la collecte systématique d'informations climatiques (précipitations, température et humidité relative, état du sol, etc.) et sur l'évaluation des risques dans le système de production et dans les zones voisines pertinentes pour prédire des précipitations intenses ou un changement dans le début de la saison des pluies, entre autres. Les informations relatives au comportement des marchés peuvent et doivent aussi être surveillées par les entreprises axées sur les ventes nationales et internationales. Ces informations peuvent porter notamment sur l'évolution du prix des intrants, du prix à l'exportation et des taux de change.
- **Détection, suivi, analyse et prévision** des dangers et de leurs impacts potentiels sur le système de production (pertes de récoltes, infrastructure), et autres facteurs socioéconomiques (par exemple, perte de revenus, dangers pour la santé).
- **Diffusion et communication effectives** de l'alerte de manière opportune, précise et exploitable. L'alerte doit s'accompagner d'informations sur la probabilité de survenue du phénomène et ses impacts escomptés.
- **Renforcement de la capacité de réaction** des producteurs et d'autres parties prenantes mobilisées pour répondre à l'alerte.

La **figure 12** illustre comment l'information est générée et transmise dans le cadre d'un SAP.

Figure 12. Flux d'information dans le cadre d'un système d'alerte précoce



Source: Adapté de **Pérez-Galarce, F.** 2016. Sistemas de alerta temprana para el control de alternaria en tomate (Systèmes d'alerte précoce pour la lutte contre l'alternariose sur les tomates). *Villa Alegre*, 338

Les SAP peuvent obtenir des données issues de différentes sources, telles que stations météorologiques sur le terrain, observations terrestres par l'intermédiaire d'informations géospatiales ou méthodes de prévision traditionnelles disponibles dans différentes régions.

Le recours des SAP dans le cadre de la production d'ananas demeure peu documenté. Toutefois, les études consacrées à d'autres cultures ont montré les avantages que peuvent avoir la détection et l'alerte précoces relatives aux risques climatiques et non climatiques. Par exemple, un SAP a été créé en Malaisie pour détecter les attaques de ravageurs contre le riz paddy. Ce système était basé sur un piège lumineux contenant un rouleau de ruban adhésif, qui était placé sur des points d'intérêt spécifiques. La nuit, le piège lumineux était allumé et éteint à dix minutes d'intervalle pour attirer les cicadelles brunes des champs voisins. Le ruban adhésif servait à collecter des échantillons du nombre d'insectes dans le champ concerné, et l'alerte était déclenchée si le nombre de cicadelles dépassait un certain seuil. Il était également conseillé aux agriculteurs recevant le message d'alerte sur leur téléphone de prendre les mesures nécessaires pour gérer l'attaque (Bakar *et al.*, 2020).

Un projet au Zimbabwe fournissant aux agriculteurs des messages d'alerte précoce et de prévisions météorologiques deux fois par semaine illustre également l'utilisation de SAP. Ces messages coïncidaient avec la période de prévision de trois jours du service météorologique du pays (FAO, 2022). Ils étaient envoyés par radio et SMS et fournissaient des informations sur les conditions météorologiques pour les trois jours à venir. Lorsque des phénomènes climatiques extrêmes étaient prévus, des messages spéciaux étaient diffusés pour permettre aux producteurs de prendre des mesures anticipées. Ce projet a montré que le SAP aidait les agriculteurs à prendre des décisions agricoles importantes, comme le report de l'épandage d'engrais lorsqu'ils recevaient une notification selon laquelle des températures élevées et aucune pluie étaient prévues pour les jours à venir. D'autres producteurs ont pu avancer la récolte pour éviter les dégâts dus à l'humidité après avoir reçu une alerte concernant la survenue imminente de pluies importantes.

En Colombie, une étude a été menée pour comprendre comment les systèmes d'alerte précoce pouvaient servir à identifier le risque de flétrissement du laurier touchant les avocats. Une plateforme de pointe a été créée pour collecter des données journalières sur les précipitations, les températures et l'humidité relative de l'environnement, ainsi que sur le niveau d'humidité et la température du sol. Les informations ainsi recueillies ont servi à prédire la probabilité de survenue du flétrissement à partir de ces variables, et à envoyer un message d'alerte par téléphone mobile à l'intention des producteurs et des conseillers techniques. L'alerte avait non seulement pour objectif de prévenir les dommages causés par la maladie, mais aussi d'améliorer le suivi en temps réel et la conception des plantations. Les résultats ont indiqué que le système était en mesure d'évaluer plus de 70 pour cent des facteurs temporels à l'origine de la maladie, ce qui a permis aux producteurs de prendre des mesures de prévention (Ramírez Gil, Giraldo Martínez et Morales Osorio, 2018). Toutefois, des efforts sont encore nécessaires pour améliorer la précision des prédictions pour aider les producteurs à prévenir les risques futurs, s'y préparer et réduire les pertes de production et de revenus.

L'alerte précoce produit également d'importants avantages socioéconomiques à l'échelle communautaire, puisqu'elle permet de mieux gérer les semences, les intrants et la main-d'œuvre, de même que la planification des migrations saisonnières (Seydou *et al.*, 2023). Cela pourrait avoir des répercussions particulièrement importantes dans les zones de production de l'ananas qui dépendent d'une main-d'œuvre nationale et internationale pendant les saisons de production et de récolte.



Des méthodes relativement plus simples peuvent aussi être utilisées pour assurer la détection précoce des éventuels effets négatifs des stress biotiques et abiotiques. Une étude au Japon a montré que la culture de quelques plantes ou récoltes particulièrement sensibles à un risque donné, dans ce cas la carence en calcium (brûlure de la pointe) de la laitue, pouvait agir comme système d’alerte précoce pour sauver la culture principale lorsque la brûlure de la pointe survenait quelques jours plus tard. Cette étude a montré que, grâce à des signaux précoces de brûlure de la pointe dans la culture «indicatrice», une fertilisation calcique était appliquée, entraînant une hausse des rendements de la laitue allant de 4 à 70 pour cent (Uno *et al.*, 2016).

Il est important de noter qu’une forte participation des parties prenantes, issues du gouvernement, d’instituts de recherche et des communautés locales, est indispensable au développement et au maintien d’un SAP. La participation des producteurs d’ananas à la création et à la conception de ces systèmes est essentielle pour en garantir la pertinence. La collaboration avec les instituts de recherche et autres organismes publics est fondamentale, puisque les nombreuses données générées par les systèmes doivent être analysées et traitées afin de produire des informations fiables destinées à servir de fondement à la prise de décision. Les messages d’alerte précoce doivent être évalués régulièrement et en collaboration avec les producteurs d’ananas et les associations connexes, afin de garantir que les informations fournies sont adaptées aux besoins des producteurs et que des mesures sont véritablement prises après réception de ces informations.

4.6 Lutte intégrée contre les ravageurs

Risques climatiques abordés: Cette pratique ne traite pas directement les risques climatiques, mais plutôt les effets de la **hausse des températures** et de l’**humidité**, qui, dans certaines régions, créent les conditions idéales pour l’apparition ou la persistance de certains **ravageurs et maladies**. Parmi les avantages connexes, citons la réduction des produits chimiques, en particulier des pesticides très dangereux et de leurs risques pour la santé humaine et l’environnement.

La pratique:

La lutte intégrée contre les ravageurs (LIR) est une pratique agroécologique qui consiste à associer différentes pratiques agricoles (rotation et association des cultures, contrôle mécanique et biologique) pour gérer les ravageurs et les maladies. Parmi les pathogènes qu’il est possible de gérer grâce à la LIR, citons les champignons (par exemple, *Phytophthora parasitica*, *P. Cinnamoni*, *P. Phythiun*, *Fusarium*, *Paccelomyces* sp.), les insectes (par exemple, *Dysinicocus brevipes*, *D. Neobrevipes*, *Homóptera-Pseudo coccidae*, *Melanoloma viatrix Hendel*) et les adventices qui endommagent les ananas (plantes et fruits). Chaque pratique est expliquée ci-dessous pour lutter contre certains des pathogènes principaux mentionnés au **chapitre 3**.

Rotation et association des cultures

La **rotation des cultures** protège le système de production contre les ravageurs et les maladies en éliminant les sources alimentaires potentielles des pathogènes (Robin *et al.*, 2011) grâce à un changement des cultures plantées à chaque saison. Pour plus de détails sur cette pratique, y compris ses avantages et certains exemples de cultures pouvant être utilisées dans les systèmes de production de l'ananas, voir la section consacrée à la **rotation des cultures** ci-dessus.

En assurant la rotation des cultures d'ananas avec d'autres plantes, les producteurs peuvent affamer le pathogène *Phytophthora nicotianae*, qui cause une pourriture du cœur de l'ananas, et réduire les niveaux de pathogènes dans le sol (Robin *et al.*, 2011). Il est conseillé d'assurer une rotation sur au moins deux ans, et de l'accompagner d'autres pratiques, dont la lutte contre les adventices et la gestion des nutriments, afin de réduire efficacement la présence du pathogène dans le sol (Loekito *et al.*, 2022). Une étude menée en Martinique a montré que la rotation des cultures d'ananas avec des crotalaires (*C. juncea*) et des jachères contrôlées réduisait systématiquement la présence de *R. reniformis* et de symphytes de plus de 80 pour cent après plusieurs rotations (Soler *et al.*, 2021). Dans les plantations d'ananas, le crotalaire est adapté aux rotations des cultures plutôt qu'aux cultures intercalaires, puisque l'ombre qu'il produit peut avoir une incidence négative sur la croissance de l'ananas à long terme (Wang, Sipes et Schmitt, 2003).

En Indonésie, la rotation de l'ananas avec la banane s'est révélée efficace pour réduire l'incidence de la maladie de Panama (*Fusarium oxysporum f. spp. cubense*), qui touche à la fois la banane et l'ananas (Loekito *et al.*, 2022). L'alternance des ananas et d'autres cultures, comme le manioc et les herbacées, peut aussi réduire les populations de *Patylenchus*, un nématode qui cause d'importants dégâts à l'ananas.

L'**association des cultures** peut aussi fournir une protection contre les ravageurs et les maladies, en introduisant des plantes qui attirent des insectes bénéfiques agissant comme prédateurs pour les pathogènes des ananas. Parmi ces plantes, citons *Casiator*, *Desmodum sp.*, *Euphorbia hirta*, *Eclipta alba*, *Sida rhombifolia*, *Phyllanthus sp.*, *Lanata camara*, *Scleria melaleuca*, *Senna stenocarpoides* et *Solanum sp.*, qui attirent de la faune comme *Euplectrus sp.*, *Gaediopsis sp.*, *Deopalpus sp.*, *Colpotrochia sp.*, *Brachymeria sp.* et *Cordura sp.* (Quesada-Jiménez, 2013). De même, les plantes qui contiennent des bactéries ou d'autres caractéristiques capables de repousser les pathogènes peuvent être considérées utiles à la lutte contre les ravageurs. Un exemple de ce type de plantes est la légumineuse *Crotalaria spp.*, qui contient des bactéries de type *rhizobium* et des *pyrrolizidines*, qui aident l'ananas à se défendre contre les nématodes (Irmer *et al.*, 2015), tout en fixant l'azote dans le sol.



Méthodes de contrôle biologique

Ces méthodes renvoient aux pratiques utilisées pour gérer des maladies par l'inhibition des agents pathogènes des plantes, l'amélioration de l'immunité des plantes ou la modification de l'environnement par les effets des micro-organismes bénéfiques, des composés dérivés des champignons et des bactéries ou des systèmes de culture sains. Outre leur utilisation dans la lutte contre les ravageurs et les maladies, les micro-organismes du sol ont un potentiel énorme pour l'agriculture. Parmi leurs avantages, citons la décomposition accélérée de la matière organique, la transformation des nutriments et la fixation de l'azote et d'autres nutriments dans le sol. Les micro-organismes du sol peuvent aussi accroître la disponibilité des enzymes et créer des rapports biologiques mutuellement bénéfiques dans la rhizosphère (mycorrhizae, *Rhizobium* sp.), et améliorer ainsi les sols pollués et dégradés.

Il existe différentes méthodes, produits et insectes qui peuvent aider à lutter biologiquement contre les ravageurs et les maladies dans les plantations d'ananas. Le **tableau 9** en fournit quelques exemples.



Il est important de souligner que l'introduction de certaines espèces ou agents en vue d'un contrôle biologique peut avoir des effets indésirables sur l'écosystème, comme une menace pour les espèces locales ou endémiques (Teem *et al.*, 2020). Il convient donc de faire attention lors de la sélection de la méthode de contrôle biologique à utiliser pour éviter les conséquences inattendues.

Tableau 9. Méthodes de contrôle biologique pour lutter contre les pathogènes de l'ananas (liste non exhaustive)

Pathogène ou ravageur	Méthode de contrôle biologique	Pays de mise en œuvre
<i>Phytophthora</i> spp.	Le champignon <i>Trichoderma</i> spp. entre en antagonisme avec les autres champignons et des nématodes phytopathogènes. Ce champignon peut aussi améliorer la résistance de la plante aux ravageurs et maladies, et améliore le développement racinaire.	Costa Rica
<i>Fusarium oxysporum</i>	Les bactéries <i>trichoderma</i> et <i>streptomyces</i> peuvent servir comme méthode à la fois préventive et curative pour lutter contre le <i>Fusarium</i> . Les agents fongiques peuvent être utilisés sous forme dissoute à raison de 12 à 15 L/ha pour la protection ou le traitement d'une maladie. Cette combinaison de champignons et de bactéries peut aussi faciliter la dégradation et le sacrifice des plantes infectées.	Colombie
<i>Meloidogyne</i> spp. (nématodes)	<i>Paecilomyces lilacinus</i> est un champignon qui vit dans le sol et attaque plusieurs espèces de nématodes nuisant à la santé des racines. Il produit des métabolites et parasites toxiques qui éliminent les œufs, les larves et les nématodes adultes. Les formules existantes contiennent généralement des concentrés de spores séchées de <i>Paecilomyces lilacinus</i> , dilués dans de l'eau et vaporisés sur la culture pour inoculer la plante, ou servent à traiter des lits de semences ou des sols pour préparer les semis.	Kenya

Adaptation au changement climatique dans le secteur des fruits tropicaux: guide technique adressé aux producteurs et exportateurs d'ananas.

Pathogène ou ravageur	Méthode de contrôle biologique	Pays de mise en œuvre
Chenille foreuse de l'ananas (<i>Strymon megarus</i>)	L'application de fongicides biologiques comme <i>B. bassiana</i> et <i>M. anisopliae</i> permet de fournir un niveau de contrôle acceptable de <i>S. megarus</i> dans les plantations d'ananas.	Costa Rica
Cochenille farineuse (<i>Dysmicoccus brevipes</i>)	<i>Rhino Leucophenga</i> a été introduite au Brésil comme prédateur des cochenilles farineuses de l'ananas. Il s'agit de prédateurs larvaires des cochenilles, qui libèrent des œufs ou des larves au premier stade à raison d'environ 2 à 3 vers par plante. Le recours à ces mouches s'est révélé efficace pour la gestion des cochenilles.	Brésil
	La coccinelle <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> détruit les cochenilles. Adulte, elle pond ses œufs entre les masses d'œufs des cochenilles. Ses vers peuvent atteindre 1,3 cm de longueur, et se nourrissent d'œufs de cochenilles et de chenilles immatures.	Inde
	La pulvérisation sur les feuilles de <i>Verticillium lecanii</i> ou de <i>Beauveria bassiana</i> , à raison de 5 g/ml par litre d'eau s'est avérée efficace pendant les mois humides contre les populations de cochenilles.	
	<i>Anagyrus kamali</i> est un parasitoïde introduit à Karnataka (Inde), à partir de la Chine, pour lutter contre la cochenille de la canne à sucre. Il se nourrit de cochenilles de deux façons: la femelle perce l'insecte, en aspire la sève puis pond un œuf à l'intérieur. Lorsque l'œuf grandit, il sort du corps de l'insecte. Le processus complet ne dure que la moitié de la durée de vie des cochenilles.	
	Le champignon <i>Metarhizium</i> spp. sert à lutter contre les insectes. <i>Metarhizium anisopliae</i> a la capacité d'envahir les tissus, produisant une grande quantité de métabolites toxiques qui nuisent aux insectes des ordres des <i>Coleoptera</i> , <i>Homoptera</i> et <i>Lepidoptera</i> .	Costa Rica
<i>Diaspis bromeliae</i>	<i>Aphytis chrysomphali</i> , <i>Aphytis diaspidis</i> , <i>Aspidiotiphagus citrinus</i> (guêpes); <i>Rhizobius lophanthae</i> , <i>Telsimis nitida</i> (coccinelles); <i>Dactylopius</i> sp. peuvent agir comme des ennemis naturels de cette maladie.	Inde
Thecla (<i>Strymon basilides</i>)	La souche kurstaki de la bactérie <i>Bacillus thuringiensis</i> peut servir en amont du développement de la larve. La bactérie est appliquée par le biais de solutions aqueuses vaporisées sur les plantes où des larves ont été identifiées. Elle agit par ingestion et contact avec les larves.	Costa Rica
Pourriture bactérienne (<i>Erwinia</i> spp.)	Le champignon <i>Trichoderma</i> ou les décomposeurs de micro-organismes peuvent aider à contrôler la pourriture des racines par le biais de solutions vaporisées sur la zone affectée ou comme mécanisme de prévention pour réduire les bactéries.	Costa Rica
<i>Elaphria</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i> travaille en contact direct avec la larve. Les bactéries sont vaporisées dans une solution (jusqu'à quatre applications d'1 kg/ha) directement sur la larve pour une gestion effective du papillon.	Costa Rica
<i>Rotylenchulus reniformis</i>	La bactérie endophyte <i>Bacillus</i> sp. a pu réduire la multiplication du nématode du sol.	Mauritane
<i>Dickeya zeae</i>	<i>Bacillus cereus</i> s'est avéré efficace pour inhiber la croissance du pathogène à l'origine de la pourriture du cœur sur la variété d'ananas MD-2 dans des conditions contrôlées. Il convient désormais d'effectuer des tests sur le terrain pour évaluer l'efficacité de la bactérie dans les plantations d'ananas.	Malaisie

Source: Voir la liste de références à la fin.



L'**Encadré 1** fournit un exemple d'utilisation de méthodes biologiques par une entreprise au Costa Rica pour lutter contre les pathogènes de l'ananas.

Encadré 1. L'exemple de Nicoverde, une entreprise de production d'ananas utilisant des méthodes de contrôle biologique au Costa Rica

Entreprise ou association: Nicoverde, S.A.

Région: Costa Rica

La hausse des températures et de l'humidité dans le pays a augmenté l'incidence et la persistance des ravageurs et maladies touchant la production d'ananas. Citons par exemple la cochenille (*Dysmicoccus brevipes*), qui affecte l'ananas à tous les stades de sa croissance et peut entraîner une perte totale de la production, ou encore le papillon thécla (*Strymon megarus*), qui produit des larves qui se nourrissent du fruit. La présence de ces ravageurs affecte non seulement le fruit lui-même, mais peut aussi favoriser le développement de champignons et de bactéries dans les blessures causées par l'insecte.

Une réglementation plus sévère relative à l'utilisation de produits agrochimiques par les marchés importateurs, comme l'Union européenne, a poussé les producteurs à rechercher des alternatives plus durables pour lutter contre les ravageurs et maladies.

En réponse aux nombreuses difficultés, Nicoverde investit depuis 2019 dans la recherche et le développement de méthodes de contrôle biologique et de gestion des cultures, dans le but de réduire le nombre de produits agrochimiques utilisés dans le processus de production. L'entreprise a introduit des «plantes pièges» dans les zones entourant la zone de production, dont les fleurs attirent les ravageurs et les empêchent de s'introduire dans les plantations d'ananas. Cette stratégie réduirait la présence de ravageurs et de phytopathologies dans les plantations d'ananas, réduisant ainsi les pertes de fruits et de plantes.

Nicoverde travaille aussi au développement de nouvelles technologies, comme la production et l'application de micro-organismes et de champignons dans le sol pour lutter contre les ravageurs et les maladies. De même, l'entreprise a commencé à tester l'utilisation d'ozone pour désinfecter les sols où les ananas sont cultivés, afin de remplacer les produits agrochimiques. Elle espère que l'introduction de produits biologiques et de pratiques agronomiques améliorées favorisera une gestion effective des phytopathogènes de manière plus durable, tout en améliorant la productivité de l'ananas et en réduisant les coûts de production associés à l'utilisation de produits agrochimiques.

Méthodes mécaniques

Ces méthodes renvoient à tout moyen de contrôle physique ou manuel, comme le désherbage à la main et l'élimination des fruits et feuilles abîmés ou des insectes (voir la **figure 13**). L'**ensachage des fruits** est une méthode utile pour éviter la présence et l'infestation de certains ravageurs comme les mouches des fruits. L'utilisation de sacs bleus légers au moment de la floraison peut éviter la ponte par les mouches des fruits et réduire les infestations (Morales Granados et López González, 2001).

Pour éviter la présence de *Rhyncophorus palmarum* L., des méthodes comme l'**élimination des fruits rejetés** de l'arbre et le retrait des fruits trop mûrs peuvent aider à réduire le risque d'apparition du pathogène. Parmi les autres solutions pour protéger les fruits, citons la minimisation des dommages causés aux cultures, l'élimination manuelle des insectes et l'utilisation de pièges et de barrières, autant de méthodes de prévention mécanique simples et efficaces (García Reyes, 1991).

D'autres méthodes simples pour empêcher et réduire la propagation des pathogènes consistent à assurer une **bonne hygiène** dans les zones de production et d'emballage. Cela peut passer par le nettoyage en profondeur des machines et équipements, la désinfection des outils, des semis et des ateliers d'emballage, et l'élimination des résidus de récolte et plantes infectées (García et Rodríguez, 2011).

L'une des principales caractéristiques de la LIR est le suivi des plantations d'ananas pour détecter la présence de ravageurs et de maladies de manière précoce et en surveiller l'évolution. Le suivi des pathogènes doit avoir lieu tout au long du cycle de développement de l'ananas. Ce suivi doit s'accompagner de bonnes connaissances et de l'identification correcte des ravageurs, maladies et adventices pouvant nuire aux plantations d'ananas, ainsi que d'une bonne compréhension des plantes et insectes qui peuvent aider à les éliminer. Une bonne compréhension du cycle de vie et de la saisonnalité des ravageurs, des maladies et des espèces invasives est également requise à ce stade. L'historique de la plantation, y compris l'état du sol et les problèmes de ravageurs rencontrés, est une information essentielle pour la LIR dans la production d'ananas, puisqu'elle permettra aux producteurs d'anticiper toute infestation. Elle permettra d'améliorer la résilience du système de production.

Figure 13. Élimination mécanique des adventices au Kenya



© FAO/Luis Tato.

 À noter que la LIR peut tolérer un nombre faible de ravageurs dans les plantations et l'application prudente de produits agrochimiques. Ces derniers doivent être utilisés pour lutter contre certains ravageurs, maladies ou adventices spécifiques, de manière mesurée et ciblée, et seulement en cas de nécessité (Dreistadt *et al.*, 2007). Les exigences des marchés d'importation, ainsi que celles portant sur le niveau de recours aux produits agrochimiques et sur la teneur maximale en résidus pour les produits exportés doivent aussi être prises en compte avant toute application de produits agrochimiques. Dans certains cas, les pratiques de LIR ne seront pas adaptées au contrôle de certains insectes ou ravageurs, par exemple en cas de tolérance zéro de ces espèces exigée pour remplir les conditions phytosanitaires des pays importateurs.

4.7 Cultures intercalaires

Risques climatiques abordés: Sécheresses, stress thermique, érosion du sol, pertes de propriétés du sol, adventices, ravageurs. Cette pratique contribue également à prévenir les pertes de sol et la décomposition rapide de la matière organique, qui peuvent entraîner une baisse de la productivité du système de production (Cruz *et al.*, 2006). Elle permet aussi de lutter contre l'apparition d'adventices et de maladies, et d'obtenir un rendement économique à partir des autres récoltes.

La pratique:

Les cultures intercalaires consistent à cultiver simultanément différentes plantes dans un même champ. Cette pratique présente plusieurs avantages, tels que la réduction de l'érosion du sol, une production accrue de biomasse et donc l'amélioration de la fixation du carbone par surface cultivée, la gestion des ravageurs et des maladies et l'élimination des adventices (Mohamadu *et al.*, 2009; Ajema et Nigussie, 2021).

L'ananas s'adapte facilement aux systèmes de cultures intercalaires, compte tenu de la croissance initiale lente et des systèmes de plantation à doubles rangées généralement utilisés dans les plantations commerciales. Le recours à des cultures à cycle court dans les plantations d'ananas peut aider les agriculteurs, y compris les petits producteurs, à produire durablement des ananas (Siebeneichler *et al.*, 2019).

Une étude menée en Éthiopie, où des caféiers ont été plantés dans un système de culture intercalaire en bandes avec des ananas, à raison d'un pour trois, a montré que la productivité totale par unité de surface avait augmenté. Ce système a également amélioré le sol et généré un rendement commercialisable supplémentaire (Ajema et Nigussie, 2021). Une autre étude menée dans le même pays a montré que le fait d'intercaler des haricots communs (*Phaseolus vulgaris*) et des ananas produisait des effets positifs sur le rendement de ces derniers, en particulier en conjonction avec d'autres pratiques comme le désherbage manuel et le **paillage**. Les haricots communs ont par ailleurs aidé à empêcher l'apparition d'adventices dans les champs concernés (Eshetu, Tefera et Kebede, 2007). La **figure 14** montre une parcelle présentant des cultures intercalaires d'ananas et de maïs.

Figure 14. Système intercalaire d'ananas et de maïs, au Mexique



Source: **García de la Cruz, R., García Espinosa, R., Rodríguez Guzmán, M.d.P., González Hernández, H. et Palma López, D.J.** 2006. Efecto de la rotación con leguminosas sobre la productividad del cultivo de piña (*Ananas comosus* L. Merr.) y cultivos intercalados en Tabasco, México (Effet de la rotation avec des légumineuses sur la productivité de l'ananas (*Ananas comosus* L. Merr.) et de la culture intercalaire à Tabasco, Mexique.). *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*. 77. Costa Rica.



L'ananas est généralement une bonne culture intercalaire pendant les deux ou trois premières années d'implantation des plantes vivaces comme le palmier à huile, l'hévéa, le café, la noix de coco et les cultures fruitières. Cette pratique aide à optimiser l'utilisation des terres, en profitant de l'espace avant le développement de la canopée. Des recherches menées en Malaisie ont montré que les cultures intercalaires de bananes, d'ananas et d'hévéas immatures étaient plus productives que la monoculture de ces mêmes plantes (Mohamadu *et al.*, 2009). Cette étude a toutefois indiquée que la concurrence pour les ressources entre les cultures et l'ombre fournie par la canopée à mesure de la croissance des hévéas pouvaient réduire la productivité à long terme des bananiers, et potentiellement des plants d'ananas. Il convient par conséquent, pour éviter les éventuels effets négatifs, de procéder à une sélection rigoureuse des espèces à utiliser dans le cadre de cultures intercalaires et de bien réfléchir à la conception des systèmes de plantation (par exemple, une rangée d'hévéas pour trois rangées d'ananas ou de bananiers).

Selon une étude menée au Brésil, un système de cultures intercalaires constitué de plants d'ananas et de plants de riz était viable pour la production d'ananas à différentes échelles (Siebeneichler *et al.*, 2019). Les cultures intercalaires constituées d'ananas et de riz ont montré une légère augmentation des rendements d'ananas et n'affectaient pas la masse ni la qualité des ananas produits. Par ailleurs, aucune concurrence pour la lumière ou les nutriments du sol lors de la phase initiale de développement des ananas n'a été observée. Cette expérience a par ailleurs testé l'association de l'ananas avec deux rangées de niébé (*Vigna unguiculata*) dans le cadre de cultures intercalaires, ce qui a produit une réduction des rendements d'ananas, probablement imputable à une concurrence avec la culture principale. Pour surmonter ces effets, les chercheurs ont suggéré d'intercaler une rangée de niébé avec deux rangées d'ananas.

Les cultures intercalaires peuvent aussi jouer un rôle central dans le renforcement de la résilience économique des systèmes de production d'ananas. La production de deux cultures ou plus peut donner des sources de revenus supplémentaires aux producteurs et les protéger contre d'éventuelles pertes de revenus en cas de choc sur les marchés ou de chocs climatiques.

4.8 Gestion intégrée des ressources en eau à usage agricole

Risques climatiques abordés: Sécheresse, pluies intenses, modification des régimes pluviométriques et érosion du sol. Parmi les autres avantages, citons le recours réduit aux intrants externes, tels que les combustibles dans les systèmes d'irrigation et les produits agrochimiques. Cette pratique produit également des avantages sociaux, tels qu'une plus grande disponibilité de l'eau pour l'utilisation et la production des ménages.

La pratique:

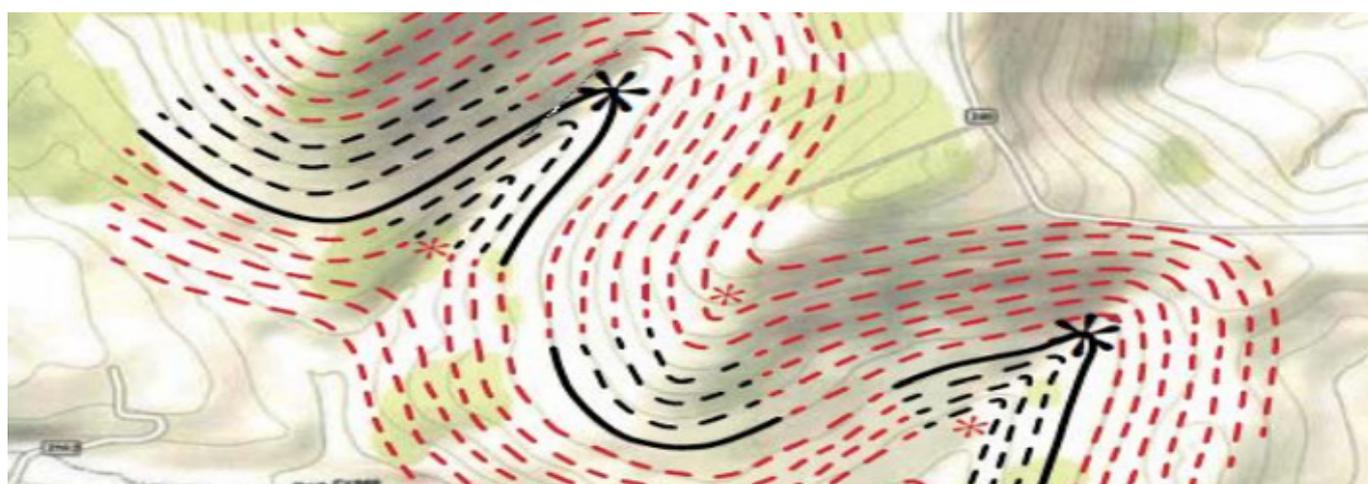
La gestion intégrée des ressources en eau à usage agricole est un processus qui favorise le développement et la gestion coordonnés de l'eau, des terres et des ressources associées, afin de maximiser l'efficacité

de la consommation d'eau et de protéger les écosystèmes. Cette pratique présente un potentiel important d'économie d'eau à usage agricole, en combinant techniques agricoles, investissements dans les infrastructures et techniques d'économie d'eau (Zhang et Guo, 2016).

Un exemple de gestion intégrée de l'eau est la plantation en courbes de niveau, notamment le *keyline* design (voir la **figure 15**). Cette pratique consiste à associer plusieurs méthodes pour conserver l'eau et régénérer les sols. Ce système est composé de rangées et de canaux de plantation créés dans le sol à l'aide de pratiques de travail minimal du sol, qui visent à améliorer l'infiltration d'eau et l'aération, à réduire l'érosion hydrique et à stimuler la croissance des racines (Bessert, 2022). Il existe deux types de *keyline* design: a) le labourage en *keyline*, qui crée des lignes de culture parallèles qui suivent les paramètres géographiques du lieu pour guider l'écoulement de l'eau vers les hauteurs et éviter le ruissellement vers la vallée, et b) la combinaison de pâturages et de rangées d'arbres, ou la mise en culture des pentes par l'aménagement de terrasses (Johansson, Brogaard et Brodin, 2022).

Cette pratique cherche à établir des lignes de contour de référence qui n'aboutissent pas à un modèle de culture trop raide et ne favorisent donc pas l'érosion hydrique. La plantation *keyline* a pour objectif de protéger les sols contre les effets de la sécheresse ou des pluies intenses, de répartir équitablement l'eau et de convertir les sols en vastes réserves d'eau et puits de carbone. Cette pratique est l'une des pratiques d'agriculture de conservation les plus efficaces, qui permet de retenir la terre, d'améliorer les infiltrations d'eau et de maintenir l'eau uniformément dans le sol afin de rétablir ou de maintenir sa fertilité (del Carmen Ponce-Rodríguez *et al.*, 2021). Il est important de noter que cette pratique aide non seulement à lutter contre les risques liés au déficit d'eau, mais aussi à drainer l'eau excédentaire, ce qui revêt une pertinence particulière pour le secteur de l'ananas dans les différentes régions productrices.

Figure 15. Le *keyline* design, un exemple de gestion intégrée de l'eau dans le secteur agricole



Source: **Bessert, L.** 2022. *Keyline Design - water management of agricultural landscapes: Key for Regenerative agriculture? (Keyline Design - gestion de l'eau dans les paysages agricoles: la clé de l'agriculture régénératrice?)* Université de Kassel. https://agroforst-info.de/wp-content/uploads/2023/01/bessert-Keyline_angepasst.pdf



Les systèmes d'agroforesterie sont particulièrement adaptés à la mise en œuvre du *keyline* design (voir la partie consacrée à **l'agroforesterie** dans le cadre de la production d'ananas). Dans ces systèmes, les ananas et certaines essences d'arbres sont plantés le long de rigoles sur la pente descendante. Cela permet d'accroître le volume d'eau disponible pour les racines des arbres, en particulier sur les pentes plus raides, et d'éviter l'érosion du sol (Gerhardt, 2021). Cette pratique peut guider la conception de modèles de cultures dans certains sites de production spécifiques, mais peut aussi servir à réaménager des paysages entiers, afin de les rendre plus résilients face au changement climatique et à ses impacts.

La gestion intégrée de l'eau dans le secteur agricole englobe les pratiques suivantes (FAO, n.d):

- Collecte des eaux de pluie, **conservation du sol et de l'eau**, utilisation de l'irrigation déficitaire et complémentaire, entre autres, pour améliorer la disponibilité d'eau pour les cultures.
- Gestion de l'eau sur l'exploitation pour réduire les pertes d'eau par évaporation (par exemple, utilisation de **paillage et de cultures de couverture, brise-vent**).
- Utilisation de variétés résistantes à la sécheresse et à l'humidité.
- Utilisation de systèmes de culture et de pratiques agronomiques améliorés, comme le travail minimum du sol ou le labour *keyline*.
- Utilisation d'eau non conventionnelle (par exemple, eau de pluie collectée ou eaux usées traitées) dans les activités non agricoles, par exemple le nettoyage des machines et équipements.
- Évaluation du régime pluviométrique, afin de déterminer la quantité et la qualité disponible pour un usage agricole et la conception d'un système de culture, en particulier dans les systèmes de production d'ananas impliquant d'autres cultures (**agroforesterie** et **cultures intercalaires, cultures de couverture**). La surveillance des pluies favorise également la prise de décision de certains processus, comme la date d'application des engrais et pesticides.

Il est important, lorsqu'on adopte une approche intégrée pour gérer l'eau dans le secteur agricole, de connaître les propriétés du sol et les besoins en eau de la culture concernée, puisque cela déterminera les pratiques agronomiques et autres travaux d'infrastructure nécessaires.



Avant d'adopter une pratique donnée, il est important de définir les effets environnementaux liés à la mise en œuvre des infrastructures, celles-ci pouvant engendrer des risques pour les écosystèmes locaux. Il convient par exemple, au moment de la collecte et de l'entreposage de l'eau, de tenir compte de la durée de stockage de l'eau, de la teneur en matière organique et de la possibilité que d'autres engrais soient transportés par les eaux de ruissellement. L'exposition des eaux stockées aux rayonnements solaires peut aussi affecter les propriétés de l'eau et avoir des effets négatifs sur le sol et les écosystèmes au moment de son utilisation, à des fins agricoles ou autres.

L'**Encadré 2** présente un exemple de systèmes d'irrigation et d'autres pratiques de gestion des sols mis en œuvre par ASOPROPIMOPLA, en République dominicaine, pour faire face à l'augmentation des précipitations due au changement climatique et aux inondations qui y sont associées.

Encadré 2. Systèmes de drainage et pratiques de gestion des sols utilisés par ASOPROPIMOPLA en République dominicaine

Entreprise ou association: Association des producteurs d'ananas de Monte Plata [Asociación de Productores de Piña de Monta Plata (ASOPROPIMOPLA)]

Région: République dominicaine

L'augmentation des précipitations au cours des dix dernières années a eu un effet négatif sur la production d'ananas en République dominicaine. La hausse de l'humidité, des engorgements et de l'érosion des sols associée à ces phénomènes climatiques a réduit la faisabilité de la culture des ananas, mais aussi sa productivité.

En réponse à cette situation, l'association a commencé à mettre en œuvre des pratiques de modification du sol pour améliorer le drainage et évacuer rapidement l'excédent d'eau généré par les pluies dans la zone de production et aux alentours. L'association a aussi installé des clôtures vivantes et des murs d'enceinte pour réduire la vitesse d'introduction de l'eau dans la plantation et pour assurer une meilleure infiltration de l'eau dans le sol, tout en évitant l'accumulation/la stagnation d'eau à un seul endroit.

L'association a par ailleurs pris des mesures pour améliorer la préparation du sol avant l'ensemencement pour favoriser la stabilisation du sol. Par exemple, les plants d'ananas sont placés au milieu des sillons pour garantir l'uniformité de la culture, et éviter par conséquent le déplacement du sol, en particulier en cas de fortes pluies. En conjonction avec les murs d'enceinte, cette mesure a permis d'éviter les canalisations bouchées et la perte des plants situés en dehors des sillons après de fortes pluies.

L'association de systèmes de drainage et de pratiques de gestion du sol a contribué positivement à réduire les pertes de plantes et de cultures, mais aussi la présence de maladies dans les plantations d'ananas dues aux excédents d'eau et d'humidité dans les zones de culture. L'association indique que ceci a permis de maintenir la qualité et la salubrité des ananas produits.

Depuis que ces pratiques d'adaptation sont mises en œuvre, l'association a signalé une baisse des pertes de fruits et une amélioration de la production d'ananas de qualité suffisante pour l'exportation.



4.9 Paillage et cultures de couverture

Risques climatiques abordés : Érosion du sol due à des précipitations intenses et au vent, faible humidité, concurrence avec les adventices pour l'absorption de nutriments. La couverture permanente du sol peut aussi protéger les rejets et les racines contre **le gel, la sécheresse, la modification des régimes pluviométriques et les changements soudains de températures.** Parmi les autres effets bénéfiques, citons l'amélioration de la structure et de la fertilité du sol, mais aussi la réduction de l'incidence de ravageurs, leur cycle étant interrompu par l'ajout d'autres cultures. Ensemble, ces effets peuvent réduire le besoin d'intrants agricoles comme les engrais et pesticides.

La pratique:

Le paillage et les cultures de couverture sont des pratiques de conservation utilisées pour régénérer et protéger la structure et la santé du sol (Oloo *et al.*, 2013).

Les **cultures de couverture**, également connues sous le nom d'engrais verts, sont considérées comme une bonne pratique de conservation du sol dans le cadre de la production d'ananas, qui a le potentiel d'améliorer la durabilité du système. L'utilisation d'engrais verts réduit l'érosion du sol et optimise les propriétés physiques, en améliorant la matière organique, les niveaux de fertilité et la rétention des nutriments (Wutke *et al.*, 2009). Ceci s'explique par le fait que les cultures de couverture sont normalement réincorporées dans le sol, soit directement, soit après enlèvement et compostage. Selon les estimations, les plantes cultivées après des cultures de couverture peuvent utiliser jusqu'à 40 pour cent de l'azote fixé par celles-ci (*ibid.*). Parmi les cultures de couverture recommandées dans les systèmes de production d'ananas, citons le haricot velouté (*Mucuna deeringiana*), le ricin (*Ricinus communis*), le haricot-sabre (*Cannavalia ensiformis*) et le seigle (*Secale cereale*) (Wang *et al.*, 2003).



La sélection de cultures de couverture à cultiver avec les ananas nécessite une réflexion approfondie pour éviter les éventuelles invasions d'adventices ou les maladies pouvant affecter la production d'ananas. **Il convient de sélectionner en priorité les espèces indigènes et locales pour atténuer les éventuels impacts écologiques négatifs.** Les cultures de couverture sélectives comme les légumineuses peuvent être d'importantes sources de nutriments pour le sol et favoriser la fixation de l'azote et d'autres nutriments par la présence de rhizobiums dans le sol, qui créent une symbiose avec la racine (Cubero Fernandez et Meza, 2014). En améliorant la fixation d'azote et, plus généralement, la structure du sol, il est possible de réduire le recours aux engrais et donc de contribuer à l'atténuation des effets du changement climatique.

Le **paillage du sol** offre aussi une protection aux sols par le biais de matières organiques ou inorganiques. Cette pratique permet de gérer le taux d'humidité du sol et offre une protection contre la hausse des températures et des rayonnements. Le paillage réduit également l'érosion du sol en empêchant le lessivage et l'élimination des nutriments par les fortes pluies ou l'irrigation (Palencia

Ortega, 2016) et peut offrir une protection aux cultures contre les dégâts causés par les oiseaux (Prakash et Meherda, 2022).

Le **paillage organique** se compose de matières végétales ou d'autres matières broyées, par exemple des résidus de récolte (couronnes, fruits et chaume, paille, herbe coupée, feuilles), (**figure 16**) répandues sur la surface du sol comme une couche lâche de matière organique.

Figure 16. Exemple de déchets agricoles issus de plants d'ananas destinés à être utilisés à des fins de paillage



Source: **Hernández-Chaverri, R. et Prado Barragán, L.** 2018. Impacto y oportunidades de biorrefinería de los desechos agrícolas del cultivo de piña (*Ananas comosus*) en Costa Rica (Impact et possibilités de bioraffinage des déchets agricoles provenant de la culture de l'ananas (*Ananas comosus*) au Costa Rica). *UNED Research Journal*, 10: 455-468.

Non seulement l'utilisation de déchets organiques issus de l'agriculture comme paillage améliore la teneur en matière organique du sol, mais peut aussi avoir des effets importants en matière d'atténuation des effets du changement climatique, en réduisant les déchets et en favorisant la fixation du carbone.

Les feuilles sèches sont utilisées dans les zones forestières et les zones comptant une forte présence d'arbres, ainsi que dans les plantations d'ananas établies près de forêts ou utilisées dans le cadre de systèmes d'agroforesterie. Les feuilles compostées ou les petites branches et écorces de bois peuvent être associées à des feuilles sèches pour améliorer la qualité du paillage et réduire les pertes de feuilles sèches en cas de vent (Prem *et al.*, 2017). La paille est aussi un bon matériau de paillage, puisqu'elle assure l'isolation et la pénétration d'eau. Le paillage organique améliore les propriétés physiques du sol et en réduit l'érosion en ajoutant un contenu organique et en améliorant la rétention des nutriments.

Les **paillages synthétiques ou inorganiques** sont formés de matériaux comme des feuilles en plastique ou des roches qui ne peuvent être dégradées par les organismes du sol (voir la **figure 17**).



Le paillage en plastique réduit l'évaporation en régulant les flux de vapeur entre la surface du sol et l'atmosphère. Les paillages à base de polythène noir ou de plastique argenté améliorent le pH du sol, réduisent le lessivage des nutriments et préservent l'humidité. Une étude menée au Nagaland, en Inde, a montré que les champs d'ananas couverts de paillage en plastique présentaient des niveaux plus élevés de respiration basale, de carbone de la biomasse microbienne du sol¹¹ et d'humidité du sol que les champs dénués de paillages (Sangma *et al.*, 2019). Si ces mesures durent plus longtemps que les paillages organiques, elles coûtent cher, ne sont pas biodégradables et sont difficiles à récupérer et à éliminer après utilisation. Leur mauvaise gestion peut avoir des effets négatifs sur l'écosystème, liés aux déchets et à la pollution plastique.

Figure 17. Utilisation de paillage plastique et de cultures de couverture dans une plantation d'ananas au Ghana



© FAO/Cristina Aldehuela.

Un autre effet important du paillage en plastique est la réduction du nombre d'adventices dans le champ, un problème majeur dans la culture de l'ananas (Tivelli et Purquerio, 2012). Une étude menée

¹¹ Le carbone de la biomasse microbienne est une mesure du carbone contenu dans l'élément vivant de la matière organique du sol (bactéries et champignons).

en Éthiopie a montré que le fait d'associer paillage et mesures de désherbage manuel aidait non seulement à éliminer complètement les mauvaises herbes, mais permettait également de doubler le rendement des ananas par rapport aux parcelles soumises au seul désherbage manuel (Eshetu, Tefera et Kebede, 2007). Des résultats similaires ont été observés en Inde, où le paillage en plastique a éliminé la présence d'adventices dans le champ (Sangma *et al.*, 2019). Le paillage en plastique peut aider à lutter contre les adventices dans les champs d'ananas destinés au commerce, car il s'agit d'une mesure plus rentable que les opérations de désherbage manuel ou par herbicide. Toutefois, l'utilisation de paillage organique et de cultures de couverture est une alternative plus durable à utiliser dans les systèmes de production agricole (Robin *et al.*, 2011).

Enfin, l'utilisation de paillage peut favoriser une baisse de la consommation totale d'eau, et donc l'empreinte hydrique (empreinte en eau bleue et verte) des plantations d'ananas. Une étude menée au Costa Rica a montré que le paillage pouvait réduire l'empreinte hydrique de 18 pour cent par rapport à la production conventionnelle d'ananas, dans le cadre de laquelle cette pratique n'est pas utilisée (Sirika, 2011).

Il est important de noter que d'autres problèmes causant la détérioration de la qualité du sol doivent aussi être résolus. Par exemple, le recours à des équipements lourds pour préparer le sol peut provoquer un compactage du sol; l'extraction excessive d'eau pour l'irrigation peut causer une hausse de la salinisation; et l'utilisation intensive de produits agrochimiques peut entraîner une pollution du sol. La **figure 18** présente un exemple de recours à des équipements modifiés pour réduire le compactage du sol pendant l'installation de paillages en plastique sur les plantations d'ananas.

Figure 18. Tracteur équipé de matériel modifié pour installer un paillage à base de plastique argenté, utilisé dans la culture de l'ananas en Malaisie



© TFNet/Yacob Ahmad.



L'**Encadré 3** présente l'exemple d'une entreprise au Costa Rica qui a adopté une approche intégrée de la gestion des ressources naturelles, en utilisant des cultures de couverture, en assurant la gestion de l'eau et en réduisant l'utilisation de produits agrochimiques, afin de restaurer la santé des sols et de protéger les écosystèmes.

Encadré 3. Exemple d'approche intégrée de la gestion des sols et des ressources naturelles au Costa Rica

Entreprise ou association: Fyffes

Région: Costa Rica

La dégradation du sol et la perte de biodiversité et des écosystèmes représentent une menace majeure pour la résilience du secteur de l'ananas face au changement climatique. Pour y remédier, Fyffes a lancé des programmes de conservation des sols en Amérique centrale afin d'atténuer les effets de la perte de sol et de préserver les ressources naturelles et la biodiversité.

Ces programmes s'appuient sur une gestion intégrée, par la mise en place d'un couvert végétal naturel, et instaurent des zones de confinement près des fossés de drainage sur les exploitations d'ananas et de banane au Costa Rica, en Équateur et au Belize. De même, Fyffes a adopté une gestion intégrée des ravageurs, réduisant l'utilisation d'herbicides dans la production d'ananas et de banane. Ces deux mesures ont provoqué une baisse du ruissellement des produits agrochimiques appliqués sur l'exploitation, en particulier après des pluies abondantes.

Avec l'utilisation de ces pratiques intégrées, Fyffes affirme avoir amélioré l'efficacité de la production d'ananas et réduit l'utilisation d'intrants. Elle indique par ailleurs que cela a permis de protéger, restaurer, maintenir et améliorer la fertilité naturelle du sol et des écosystèmes, et de réduire l'utilisation de produits agrochimiques, ce qui a réduit les risques pour la santé de la main-d'œuvre.

4.10 Protecteurs solaires

Risques climatiques abordés: Stress thermique, rayonnements solaires, grêle, gel, stress dû au froid et vents forts. Parmi les autres avantages, citons également la **protection contre les ravageurs volants** (insectes, oiseaux, chauves-souris) et la hausse de la production de fruits de meilleure qualité et des rendements commercialisables. La réduction des déchets après la récolte présente elle aussi un important potentiel d'atténuation des effets du changement climatique, et les avantages généraux des filets d'ombrage peuvent améliorer la résilience du système.

La pratique:

Les ananas sont sensibles au stress thermique et aux agressions du soleil, qui peuvent considérablement réduire le rendement et la qualité des fruits, comme nous l'avons vu dans le **chapitre 3**. Toutefois,

plusieurs mesures chimiques (par exemple l'application d'huile végétale, de kaolin, de silicone ou de produits à base de cire) ou physiques (bâche saran, ombrage, sacs en plastique ou papier etc.) peuvent offrir une protection contre les fortes températures et la multiplication des rayonnements solaires (Peña, 2018). L'**huile végétale**, formulée à l'aide d'ingrédients organiques tels que le glycérol oxygéné et les acides gras de l'huile de palme, peut servir de protection solaire aux ananas. D'autres huiles à base minérale conçues à partir de kaolin peuvent être utilisées. Ces huiles peuvent offrir d'autres avantages aux fruits, en repoussant les pathogènes fongiques et certains insectes comme les acariens, en réduisant les pertes liées au pourrissement et en retardant la maturation (Peña, 2018).

Les huiles végétales sont généralement vaporisées directement sur les fruits pour former un film protecteur. Une étude menée au Costa Rica a montré que le recours à l'huile végétale (4 L/ha sur les plantations, et 60 mm/L dans le cadre de la gestion après-récolte) produisait des effets positifs en réduisant la température du couvert végétal, le stress thermique et l'étendue et la gravité des dégâts causés par les brûlures solaires de 90 pour cent (Peña, 2018). Une autre étude a montré des résultats similaires, où l'application d'huiles végétales sur les ananas leur fournissait une protection solaire efficace à plus de 94 pour cent (Ramírez-Espinoza, 2007). La réduction des dégâts liés aux brûlures solaires était aussi plus faible que dans le cadre de traitements commerciaux composés de minéraux comme le silicate d'aluminium, la kaolinite et le diméthène¹² avant l'induction florale et a été associée à une taille de fruit plus importante (*ibid.*). Toutefois, par rapport à d'autres traitements commerciaux, les niveaux d'acidité présentés dans les fruits traités à l'huile végétale étaient légèrement supérieurs. Ces niveaux étaient toutefois en dessous des seuils exigés par les marchés internationaux.

La **bâche saran** (constituée de polychlorure de vinyle noir (PVC)) placée autour de la plante et du fruit tout entiers offre aux ananas MD-2 une meilleure protection que d'autres méthodes. Une étude a montré qu'une bâche saran noire à 30 pour cent réduisait le taux de fruits endommagés à seulement 0,3 pour cent de la production totale, par rapport à d'autres méthodes physiques ou chimiques (Ramírez-Espinoza, 2007). Cette méthode a aussi réussi à maintenir la température interne du fruit plus proche de celle de l'environnement, réduisant ainsi les dégâts internes associés à la chaleur et préservant la qualité du fruit même après sa récolte.

Les **filets d'ombrage** peuvent aussi protéger les ananas de l'ensoleillement direct lors des phases de production et après la récolte. L'utilisation de filets d'ombrage et de bâches saran peut aider à protéger les plantations d'ananas contre le stress dû au froid et contre le gel, en particulier lors des premières phases de développement des plantes. Il est toutefois important de noter que les ananas qui poussent sous un filet d'ombrage peuvent présenter de légères altérations, les fruits ayant tendance à être légèrement plus acides et juteux (Gamboa, 2006). La **figure 19** fournit des exemples de différents filets d'ombrage protégeant les ananas dans le champ et après la récolte.

¹² Cela correspond à une plus forte production de feuilles par la plante et donc à une meilleure photosynthèse et une meilleure absorption des nutriments.



Figure 19. Utilisation de différents filets d'ombrage pour protéger les ananas du soleil



Remarque: L'image de gauche montre un ananas protégé par une bâche saran noire. L'image de droite montre un filet d'ombrage noir protégeant des ananas récoltés au Costa Rica.

Sources: Image de gauche: **Ramírez-Espinoza, F.** 2007. Efectividad de siete métodos de protección de la fruta de piña contra los rayos solares (Efficacité de sept méthodes de protection solaire de l'ananas) (*Ananas comosus*) (L.) Merr. híbrido MD-2. Image de droite © FAO/Ezequiel Becerra

Les **couvertures en plastique réutilisables** installées sur les fruits peuvent aussi protéger la production contre le soleil à mesure que les rayonnements solaires augmentent (voir la **figure 20**). Cela peut aussi constituer une stratégie plus durable que l'utilisation de plastiques à usage unique ou d'autres matériaux non recyclables.

Figure 20. Des couvertures en plastique réutilisables sont utilisées pour empêcher les brûlures du soleil sur des ananas MD-2 en Malaisie



© TFNet/Yacob Ahmad.

L'**ensachage des fruits** consiste à utiliser des sacs en plastique ou en papier pour éviter les brûlures solaires. L'utilisation de sacs s'est révélée efficace pour protéger les cultures et réduire les dégâts causés par les brûlures solaires (jusqu'à 7,9 pour cent avec les sacs en plastique et 8,3 pour cent avec les sacs en papier) par rapport aux fruits non protégés (18 pour cent de dégâts). L'ensachage des fruits a également réduit l'intensité des dommages (Ramírez-Espinoza, 2007). Une étude menée en Chine a montré que l'utilisation de sacs en polyéthylène expansé (PEE) avait des effets positifs sur la qualité des fruits, puisqu'elle améliorait la texture, la teneur nutritionnelle et la protection cutanée (Zhang *et al.*, 2022). Le PEE et les sacs en papier sont recyclables ou peuvent être faits de matériaux biodégradables. Cela peut potentiellement réduire les déchets agricoles et favoriser une production d'ananas plus durable par rapport aux sacs en plastique à usage unique (Zhang *et al.*, 2022). Il est toutefois important de noter que l'utilisation des sacs peut contribuer à augmenter la température interne du fruit (Omar, 2014) et leur usage doit donc être surveillé de près pour éviter les dégâts internes.

Le fait de **nouer les feuilles d'ananas** au-dessus des jeunes fruits est une technique largement répandue et bon marché qui les protège contre les coups de soleil en évitant l'impact direct du soleil. Toutefois, tout comme l'ombrage, l'ensachage des ananas peut entraîner une baisse de la taille et de la teneur en sucre des fruits (Zhang *et al.*, 2022).

Les systèmes de production des ananas peuvent aussi être protégés contre le soleil et les rayonnements par l'**ombre naturelle fournie par les forêts ou arbres alentour, ou par les arbres cultivés dans le cadre de systèmes d'agroforesterie** (voir la section correspondante et la **figure 21** pour un exemple visuel de ces systèmes). Les ananas qui poussent dans un écosystème agricole hétérogène avec la présence d'arbres et d'arbustes peuvent servir de «tampon» à la hausse des températures et aux changements de rayonnement, ainsi qu'à d'autres changements environnementaux (Espinosa *et al.*, 2016).

Figure 21. Système de production d'ananas sous un ombrage naturel, à l'ouest du Mexique



Source: Rosales Adame, J.J., Cuevas Guzmán, R., Gliessman, S.R. et Benz, B.F. 2014. Estructura y diversidad arbórea en el sistema agroforestal de piña bajo sombra en el occidente de México (Structure et diversité des arbres dans un système agroforestier ombragé d'ananas dans l'ouest du Mexique). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17(1): 1-18.



Parmi les autres méthodes agronomiques utilisées pour protéger les ananas contre le soleil et ses rayons, citons le **paillage**, par l'application d'herbes sèches sur le sol et sur l'ananas et le maintien du feuillage de la plante à la verticale à l'aide de cordes (Adabe, Hind et Maïga, 2016). De même, les **cultures intercalaires** et le recours aux **cultures de couverture** dans les plantations d'ananas peuvent aider à protéger les fruits contre les coups de soleil et le stress hydrique, puisque les sols secs et dénudés sont susceptibles de davantage refléter la lumière du soleil dans la canopée du verger que ceux couverts d'une végétation verte (Lal et Sahu, 2017).

4.11 Gestion des déchets

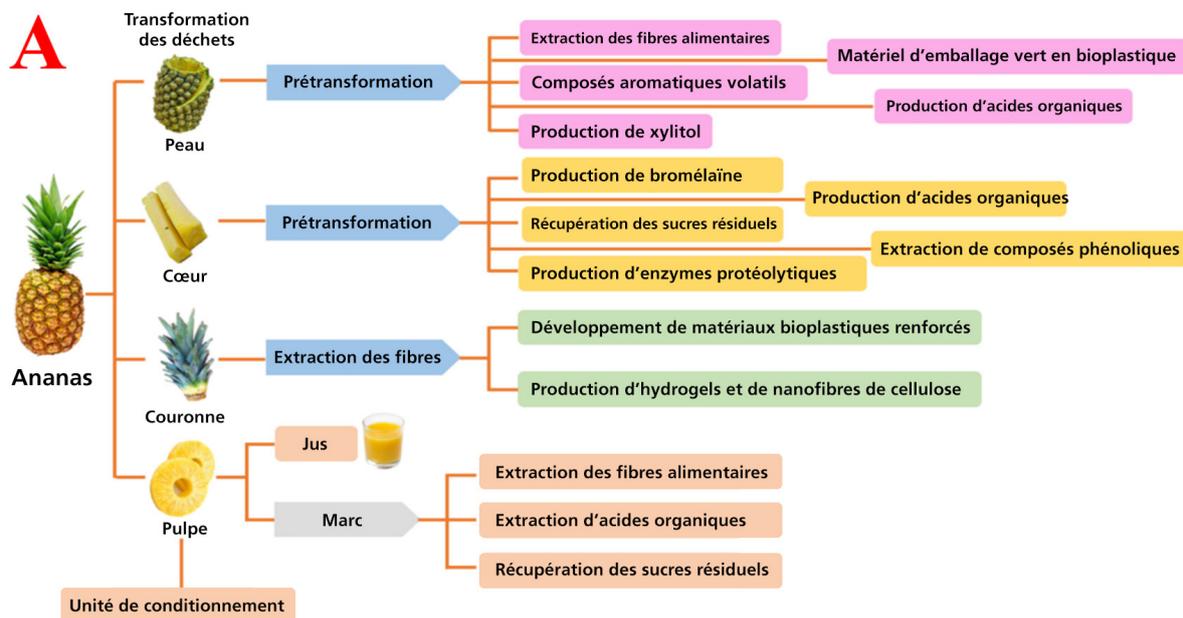
Risques climatiques abordés: Cette pratique ne répond à aucun risque climatique spécifique. Toutefois, la gestion des déchets vise à réduire les impacts des résidus agricoles et matériaux rejetés par l'industrie. Elle possède donc un important potentiel d'atténuation des effets du changement climatique. Parmi les autres avantages, citons les gains économiques tirés de la commercialisation des sous-produits (par exemple les bioengrais, l'artisanat et les biocombustibles) et la réduction des coûts de production.

La pratique:

Les déchets de la production industrialisée de l'ananas peuvent être utilisés comme matière première pour créer des produits à valeur ajoutée par transformation. Les déchets des ananas contiennent des sucres simples et complexes qui peuvent être fermentés pour produire différents métabolites comme l'éthanol, l'acide citrique ou le vinaigre. Les résidus d'ananas contiennent aussi de la bromélaïne, une enzyme protéolytique, extraite de la tige, qui peut être utilisée par les industries pharmaceutique et alimentaire, ainsi que par les industries cosmétique, textile, du cuir et des détergents (Gil et Maupoey, 2018).

La **figure 22** présente les produits pouvant être extraits des différentes parties du fruit et de ses résidus agricoles, et le **tableau 10** recense certains produits pouvant être extraits des résidus de l'ananas. La **figure 23** présente quant à elle un exemple de sandales confectionnées à partir de fibres d'ananas en République dominicaine.

Figure 22. Sous-produits de l'ananas extraits des différentes parties du fruit



Source: Van Tran, T., Nguyen, D., Nguyen, T., Nguyen, D., Alhassan, M., Jalil, A. et al. 2023. A critical review on pineapple (*Ananas comosus*) wastes for water treatment, challenges and future prospects towards circular economy (Évaluation critique des déchets d'ananas (*Ananas comosus*) pour le traitement de l'eau, défis et perspectives d'avenir vers l'économie circulaire.). *Science of the total environment*. 856 (1). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158817>

Tableau 10. Sous-produits tirés des résidus d'ananas (liste non exhaustive)

Sous-produit	Observations
Composés furaniques	Les composés furaniques étaient considérés comme une solution écologique servant d'additif pour l'oxygénation ou comme solvant technologique et d'alternative à l'éther méthyltertiobutylique (MTBE).
Bioéthanol et bromélaïne	La saccharification et la fermentation simultanées (SFS) réalisées à l'aide d'enzymes cellulolytiques et de levure ont servi à la production de bioéthanol à partir des restes de feuilles d'ananas. La SFS peut aussi soutenir l'extraction de bromélaïne, qui peut servir dans l'industrie cosmétique.
Biogaz	Le chaume frais d'ananas peut servir à produire du biogaz. Selon les estimations, un kilogramme de chaume peut produire 25,7 litres de méthane.
Papier	Les feuilles d'ananas peuvent être réduites en pâte pour créer des fibres, transformées ensuite en papier. Le papier à base d'ananas est très absorbant et durable.
Biofumier	Les résidus transformés d'ananas utilisés pour la production de bioéthanol peuvent être d'abord inoculés puis enrichis en azote, en phosphore et en potassium à l'aide de <i>Fischerella muscicola</i> . Cela permettra d'utiliser les résidus comme bioengrais.



Sous-produit	Observations
Industrie alimentaire	<p>Amidon: Extrait des déchets d'ananas, en particulier des tiges, à l'aide d'un processus de broyage. L'amidon isolé de grande pureté peut être utilisé comme alternative à l'amidon tiré du riz, du maïs et du manioc.</p> <p>Fibres alimentaires: La peau de l'ananas contient des segments riches en fibres insolubles pouvant être utilisés dans la production d'aliments pauvres en calories et riches en fibres.</p> <p>Production de vinaigre: La fermentation simultanée avec des bactéries acétobacter peut transformer la peau d'ananas en vinaigre. Le vinaigre qui en résulte possède des propriétés phytochimiques et antioxydantes.</p>
Industrie textile	Le chaume, une fibre végétale naturelle, adhère à d'autres types de fibres naturelles ou synthétiques, pour créer des textiles.

Source: Adapté de **Hernández-Chaverri, R. et Prado Barragán, L.** 2018. Impacto y oportunidades de biorrefinería de los desechos agrícolas del cultivo de piña (*Ananas comosus*) en Costa Rica (Impact et possibilités de bioraffinage des déchets agricoles provenant de la culture de l'ananas [*Ananas comosus*] au Costa Rica). *UNED Research Journal*, 10: 455-468. Voir la liste de références à la fin.

Figure 23. Sandales fabriquées à partir de résidus d'ananas par ASOPROPIMOPLA, en République dominicaine



©ASOPROPIMOPLA, S.A.



Il est important de tenir compte du fait que bon nombre de ces processus peuvent nécessiter d'importants investissements en vue du traitement des déchets, ainsi qu'une collaboration avec d'autres acteurs (par exemple les gouvernement et instituts de recherche) et parties prenantes (par exemple les industries des biocombustibles ou des cosmétiques). Leur impact environnemental et socioéconomique, leur empreinte carbone et le cycle de vie des sous-produits ainsi générés doivent par ailleurs être évalués pour en garantir la durabilité (Hernández-Chaverri et Prado-Barragán, 2018).

4.12 Brise-vent et clôtures vivantes

Risques climatiques abordés: Vents forts et fréquents. Ces pratiques ont le potentiel de réduire les effets des **sécheresses**, de la **chaleur extrême**, voire du **gel**, puisque les arbres plantés créent aussi un microclimat. Les brise-vent empêchent également l'**érosion par le vent et hydrique**.

La pratique:

Les **brise-vent** et **clôtures vivantes** consistent à planter des rangs d'arbres et d'arbustes à forte densité et de différentes tailles (courts, moyens et hauts) pour protéger les cultures contre les vents forts (Obando, 2011; voir la **Figure 24**), réduire la vitesse de l'eau et favoriser la sédimentation (Fernandez *et al.*, 2013). Ainsi, ces pratiques contribuent à limiter l'érosion par le vent et hydrique et sont considérées comme un outil important dans la mise en œuvre de stratégies agricoles et agroécologiques intelligentes face au climat. La réduction des vents forts peut aussi se traduire par une amélioration de la qualité des fruits due à l'incidence plus faible de la scarification par le vent et donc à une baisse du nombre de pathogènes pouvant s'introduire dans les fruits par ce biais (Holmes et Farrell, 1993).

Les brise-vent peuvent servir de clôtures vivantes et vice versa. Les clôtures vivantes sont généralement plantées le long de la périphérie extérieure des terres, par exemple, sur les courbes de niveau, et forment une barrière continue ayant pour objet de contrôler l'érosion. Les brise-vent, quant à eux, peuvent aussi être plantés à l'intérieur des terres.

Lors de la mise en place des arbres et arbustes, il est recommandé de les placer au sommet des canaux de drainage primaires et secondaires, afin de réduire l'érosion et d'éviter le ruissellement des pesticides et engrais dans lesdits canaux de drainage (FAO, 2011). Afin de faciliter ces fonctions, il est conseillé de mettre en place des plantes buissonnantes à croissance dense présentant de petites racines.

Figure 24. Conception de clôtures vivantes ou de brise-vent associant arbres et arbustes



Source: **Amaya Román, G. et Sánchez Rincón, J. S.** 2022. *Propuesta de implementación de herramientas de manejo del paisaje como aporte al desarrollo rural sostenible en una finca productora de piña (Ananas comosus) del municipio de Monterrey, Casanare* (Proposition de mise en œuvre d'outils de gestion du paysage pour contribuer au développement rural durable d'une exploitation agricole productrice d'ananas (*Ananas comosus*) dans la municipalité de Monterrey, Casanare). Universidad El Bosque. Colombie.



Les brise-vent et clôtures vivantes aident aussi à réguler les conditions climatiques dans la zone de production (Singh, 2023). Ils sont particulièrement adaptés aux régions à faibles précipitations et à fortes températures, puisque la présence d'arbres et d'arbustes aide à préserver l'humidité et les températures modérées dans les parcelles. Ces pratiques fournissent d'autres services écosystémiques, tels que l'amélioration/la restauration des paysages ou la protection de la biodiversité, ou servent de corridors biologiques pour les insectes et les animaux (Weninger *et al.*, 2021). La mise en œuvre de ces mesures a le potentiel d'appuyer les efforts d'atténuation des effets du changement climatique, puisque la biomasse accrue présente dans le système de production peut favoriser le piégeage et le stockage du carbone.

Les clôtures vivantes installées à proximité d'un cours d'eau, d'un lac ou de marécages et de la zone productive peuvent aussi servir de forêt tampon. Les forêts tampons fournissent des aliments et une protection à la faune sauvage, améliorent la disponibilité de l'eau, régulent les températures de l'eau et de l'environnement et ralentissent les débits de crue hors berge. Elles agissent ainsi comme des refuges naturels pour la biodiversité locale et comme ligne de défense contre les phénomènes météorologiques extrêmes. La **Figure 25** présente un exemple visuel d'utilisation d'herbacées le long des canaux de drainage.

Figure 25. Utilisation de vétiver (*Chrysopogon zizanioides*) comme clôture vivante dans les canaux de drainage



Source: Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (2019).

Il convient de tenir compte de quelques éléments lors de la mise en œuvre, tels que la sélection d'essences d'arbres et d'arbustes ne faisant pas concurrence à la production d'ananas. Il est recommandé de choisir des essences qui poussent rapidement et droit, présentent un feuillage pérenne et n'abritent pas des parasites et maladies affectant les ananas. Les essences d'arbres et d'arbustes doivent aussi être flexibles et réagir positivement à l'élagage. Le **tableau 11** présente certaines plantes recommandées.



Il est recommandé d'intégrer des espèces natives et locales dans les brise-vent installés pour protéger la biodiversité locale et empêcher le risque d'invasion d'espèces non natives. Le **recueil CABI** (informations disponibles en anglais uniquement) est une ressource d'informations scientifiques sur les espèces, les maladies et les lieux d'importance agricole et environnementale.

Tableau 11. Espèces recommandées pour la création de clôtures vivantes ou de brise-vent dans les plantations d'ananas (liste non exhaustive)

Espèces	Caractéristiques principales	Autres usages
Vétiver (<i>Chrysopogon zizanioides</i>)	Arbuste à croissance rapide	Usage médicinal
Citronnelle (<i>Cymbopogon citratus</i>)	Arbuste à croissance rapide	Alimentation humaine, usage médicinal
Purple coral tree (<i>Erythrina fusca</i>)	Arbre à croissance lente	Alimentation animale, bois, usage ornemental
<i>Cochlospermum orinocense</i>	Arbre à croissance rapide	Madera (artesanía y ebanistería), medicinal, ornemental
Arbre à caoutchouc (<i>Hevea brasiliensis</i>)	Avantages connexes économiques	Madera, alimento para la vida silvestre, resina
Gliciridia (<i>Gliricidia sepium</i>)	Arbuste à croissance rapide	Alimentos para ganado y vida silvestre, manejo de plagas
Teck (<i>Tectona grandis</i>)	Avantages connexes économiques	Madera (artesanía)
Prunier mombin (<i>Spondias mombin</i> L.)	Arbre à croissance lente	Alimentos (humanos, vida silvestre, ganado), madera (artesanía, construcción), medicinales, sombra
Figuier de Donnell-Smith (<i>Ficus donell-smithii</i>)	Attraction des pollinisateurs	Alimentos (fauna), madera (construcción), medicinal, resina, sombra
Bois de liège (<i>Ochroma pyramidale</i>)	Arbre à croissance rapide	Madera (artesanía, construcción y ebanistería)
Aubépine (<i>Crataegus</i>)	Arbre à croissance rapide	Madera (artesanal y de construcción)
<i>Bombacopsis</i> à cinq folioles (<i>Bombacopsis quinata</i>)	Espèce en danger recommandée à des fins de conservation	Madera (artesanía y ebanistería)
Brosimum fourrager (<i>Brosimum alicastrum</i>)	Espèce en danger recommandée à des fins de conservation	Ganadería y fauna silvestre, madera artesanal y construcción, ornamental



Espèces	Caractéristiques principales	Autres usages
Ronces (<i>Rubus</i>)	Arbuste à croissance rapide	Alimentos para humanos y vida silvestre, material moribundo, medicinales
Bois à pain (<i>Jacaranda copaia</i>)	Arbre à croissance rapide	Madera (artesanía y ebanistería), ornamental
Tabébuia rose (<i>Tabebuia rosea</i>)	Arbre à croissance lente	Sistemas agroforestales y silvopastoriles, ornamentales
Clavalier foncé, lépiné rouge (<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>)	Arbre à croissance rapide	Madera (artesanía y ebanistería), material de teñido
Bois-fourmi d'Amérique (<i>Triplaris americana</i>)	Arbre à croissance rapide	Madera (construcción), leña
Bois-trompette ou cécropie peltée (<i>Cecropia peltata</i>)	Arbre à croissance rapide	Madera (artesanía), ornamental

Source: Adapté de **Amaya Román, G. et Sánchez Rincón, J. S.** 2022. *Propuesta de implementación de herramientas de manejo del paisaje como aporte al desarrollo rural sostenible en una finca productora de piña (*Ananas comosus*) del municipio de Monterrey, Casanare* (Proposition de mise en œuvre d'outils de gestion du paysage pour contribuer au développement rural durable d'une exploitation agricole productrice d'ananas [*Ananas comosus*] dans la municipalité de Monterrey, Casanare). Universidad El Bosque. Colombie.

L'**Encadré 4** fournit un exemple d'entreprise au Costa Rica qui a intégré les clôtures vivantes pour répondre à la hausse des températures et des précipitations affectant la performance de l'industrie. Les mesures prises ont aussi aidé à lutter contre les effets de la hausse des températures sur la main-d'œuvre travaillant dans les champs.

Encadré 4. Exemple d'utilisation de clôtures vivantes et de reforestation pour faire face au changement climatique au Costa Rica

Entreprise ou association: Anonyme

Région: Costa Rica

La hausse des températures et la modification du régime pluviométrique, y compris la hausse des précipitations, ont eu un effet négatif sur le secteur de la production d'ananas. Par exemple, la hausse des températures a provoqué des brûlures et d'autres problèmes internes aux fruits; les pluies, elles, entraînent des problèmes après la récolte, puisque la plus forte teneur en eau dans les fruits en affecte la consistance, les rendant ainsi plus difficiles à transporter, réduisant leur durée de vie et causant des problèmes de pourriture. Par ailleurs, le changement climatique a augmenté les coûts de production relatifs à la préparation du sol et à la protection des cultures et de la main-d'œuvre, en particulier contre les rayonnements solaires.

Pour répondre à certains de ces problèmes, l'entreprise vise à atténuer les effets du climat grâce à différentes actions. Elle a lancé des programmes de reforestation et d'installation de clôtures vivantes pour préserver la santé du sol et les écosystèmes locaux, et pour promouvoir les zones de conservation. Elle signale avoir intégré au moins 10 pour cent des terres productives dans ce programme, en particulier dans les exploitations moins adaptées à la production. Ces projets visent aussi à connecter les corridors biologiques pour améliorer la biodiversité, et s'accompagnent

d'un exercice de cartographie des espèces végétales, en particulier des arbres fruitiers, pouvant être associés à l'ananas et pouvant éloigner les nouveaux ravageurs et prédateurs.

L'installation de clôtures vivantes a supposé de planter des bois commercialement viables comme le teck, ce qui permettra non seulement de répondre aux risques associés aux fortes pluies et aux températures plus élevées, mais aussi de générer des revenus supplémentaires pour les producteurs d'ananas.

Puisque la hausse des températures et les rayonnements solaires affectent aussi la main-d'œuvre travaillant dans les champs, l'entreprise a installé des postes d'hydratation et offert des protections solaires à son personnel, afin d'éviter la déshydratation et d'autres risques associés au stress thermique et aux maladies de peau. Grâce à ces mesures, le personnel a signalé moins de problèmes de santé et demande moins de congés maladie associés à l'exposition au soleil. Il est important de noter que certaines réglementations phytosanitaires en vigueur sur les marchés internationaux ont empêché la plantation d'autres espèces herbacées dans les plantations d'ananas. Cela pourrait décourager les exploitations productrices de prendre des mesures plus durables pour améliorer leur capacité d'adaptation.

Chapitre 5.

Analyse et conclusions



L'adaptation au changement climatique est nécessaire pour garantir la continuité de la production et du commerce mondiaux de l'ananas. L'adaptation au changement climatique permettra aux entreprises et associations de producteurs de protéger leurs systèmes de production et de prendre soin de leur environnement et de leur main-d'œuvre, tout en minimisant la création de nouveaux risques associés à la hausse des émissions de gaz à effet de serre et au réchauffement climatique. L'adaptation au changement climatique contribuera ainsi à la résilience et à la durabilité des filières agricoles.

Si le changement climatique et ses effets devraient être ressentis différemment selon les pays et régions producteurs et à l'intérieur de ceux-ci, les **phénomènes météorologiques extrêmes gagneront en fréquence et en intensité**. De plus, de **multiples facteurs de risques climatiques devraient se manifester simultanément** dans les mêmes régions, ce qui, associé à d'autres facteurs non climatiques comme les ralentissements économiques ou les pandémies, augmentera le risque global pour les systèmes de production agricole. Ainsi, les producteurs d'ananas doivent être prêts à faire face à différents risques de manière synchronisée, afin de maximiser les avantages tirés de synergies associées à la combinaison de pratiques d'adaptation. Cette approche aidera aussi à minimiser le risque que les systèmes naturels atteignent leurs limites d'adaptation, un important facteur de risque mis en lumière par le rapport du GIEC face à l'augmentation constante du réchauffement climatique (GIEC, 2023).

Les connaissances et informations sur la manière de s'adapter au changement climatique dans le secteur de la production d'ananas existent déjà, et de nombreuses entreprises et associations de producteurs anticipent en concevant des stratégies et en testant des pratiques sur le terrain pour faire face au changement climatique et aux phénomènes météorologiques extrêmes. Le **chapitre 4** de ce guide présente une gamme de technologies, pratiques, techniques et systèmes existants qui peuvent aider les producteurs à faire face aux changements, à se préparer aux effets négatifs futurs des changements climatiques, et à les éviter. Il propose également des exemples de bonnes pratiques d'adaptation mises en place par des entreprises et associations.

Bon nombre des pratiques d'adaptation mentionnées concernent différents secteurs de production et sont susceptibles d'avoir une pertinence pour tous les systèmes de production de fruits tropicaux (systèmes de drainage, systèmes d'alerte précoce, gestion intégrée des ravageurs, gestion intégrée de l'eau, paillage et cultures de couverture, gestion des déchets, brise-vent et clôtures vivantes etc.), tandis que d'autres sont spécifiques aux besoins d'adaptation de l'ananas (induction florale artificielle, rotation des cultures, cultures intercalaires et protecteurs solaires etc.). **Les pratiques d'adaptation** sélectionnées **répondent simultanément à de nombreux risques climatiques et à leurs impacts**. Ce point est important, puisque les stratégies d'adaptation qui ne répondent qu'à un seul facteur de risque à la fois sont moins susceptibles d'avoir l'effet souhaité que l'association de différentes pratiques.

L'adaptation climatique est un processus continu qui prend du temps et s'appuie sur des investissements dans la production d'informations et de données. Des mises à jour régulières des données et informations sur les facteurs de production et tendances climatiques sont nécessaires pour assurer la pertinence continue des pratiques d'adaptation. Les entreprises et associations de producteurs peuvent envisager d'élaborer des stratégies d'adaptation tenant compte des tendances climatiques projetées à court, moyen et long terme. Elles doivent aussi garder à l'esprit que certaines pratiques peuvent devenir obsolètes à mesure de l'évolution des températures et des régimes pluviométriques mondiaux et locaux. Cela peut exiger des investissements et examens continus, ainsi que l'adoption constante de nouvelles approches pour transformer leurs systèmes de production et garantir l'approvisionnement en fruits à plus long terme. Il peut être nécessaire d'effectuer une évaluation détaillée des risques et impacts climatiques projetés dans chacune des régions et localités productrices pour rendre le système d'adaptation aussi réactif que possible. Ce processus doit impérativement être appuyé par une collecte de données climatiques à la fois sur les exploitations et par des institutions publiques dans des zones localisées. De même, il est essentiel de renforcer les capacités des producteurs à interpréter ces données et à les intégrer dans leurs processus décisionnels.

Les efforts d'adaptation et d'atténuation pour réduire les émissions de gaz à effet de serre doivent aller de pair chaque fois que possible. L'adoption de pratiques d'adaptation ayant un potentiel d'atténuation des effets du changement climatique aidera non seulement à réduire les émissions de gaz à effet de serre mais peut aussi aider à prolonger la durée de vie des pratiques d'adaptation disponibles. De même, les stratégies d'atténuation peuvent aussi être conçues de façon à contribuer à l'adaptation et à la renforcer. Certaines des pratiques d'adaptation définies pour la production d'ananas, comme la gestion durable des sols, l'agroforesterie et la réduction et la gestion des déchets, ont aussi des effets positifs sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur de la production. Ces pratiques ont aussi d'importantes répercussions en matière de stockage du carbone, par exemple en améliorant la santé des sols ou en augmentant la biomasse, rendant ainsi la production d'ananas plus durable.



L'adoption de technologies et pratiques d'adaptation nécessite quelques considérations essentielles:

- **Indemnité pour dommages:** Certains fruits seront inévitablement endommagés/perdus, en particulier lors des premières phases d'introduction de la pratique d'adaptation. Par exemple, lors de la mise en œuvre des pratiques intégrées de gestion des ravageurs et des adventices, les producteurs devront parfois tolérer la présence d'un nombre minimal de ravageurs, maladies et mauvaises herbes pour permettre le rééquilibrage naturel des écosystèmes. La suppression progressive des engrais synthétiques peut entraîner une baisse du rendement lors des phases initiales de restauration des propriétés et de la structure du sol. Le niveau de dommages que les agriculteurs et entreprises sont prêts à accepter dépendra de leurs propres besoins en termes de revenus et d'adaptation, et la vision à long terme et à court terme guidant la gestion de l'opération.
- **Dépenses d'investissement:** Les producteurs, associations et entreprises doivent évaluer les investissements nécessaires pour intégrer de nouvelles technologies et techniques dans le système de production, ainsi que leurs avantages, y compris sur les plans environnemental et social. Il peut s'agir des coûts associés aux pertes et aux dommages causés à la production et aux infrastructures, ainsi que des risques sanitaires, entre autres, si aucune mesure n'est prise. Une analyse coûts/bénéfices peut être nécessaire pour évaluer les avantages et coûts que les entreprises auraient à supporter dans un scénario de statu quo par rapport à un scénario de mise en œuvre des stratégies d'adaptation.
- **Délais de mise en œuvre:** La mise en place de certaines pratiques d'adaptation peut prendre plus de temps que d'autres, et donc nécessiter un horizon temporel plus long et un investissement plus important pour passer du concept à la mise en œuvre. Parmi ces solutions d'adaptation, citons le développement de semences, plantes et matériel génétique résilients face au climat, ainsi que la configuration des systèmes d'alerte précoce.

Toutes les pratiques d'adaptation doivent chercher à tenir compte des trois dimensions de la durabilité. Si la dimension environnementale est le point d'accès évident pour promouvoir l'adaptation dans le secteur des fruits tropicaux, il est tout aussi essentiel de prendre en compte les risques sociaux (par exemple la santé de la main-d'œuvre) et économiques (par exemple la hausse du coût des intrants) associés aux effets du changement climatique pour garantir la durabilité à long terme des activités commerciales.

À l'heure actuelle, il existe **peu d'éléments probants sur l'impact social du changement climatique** sur les moyens de subsistance, la santé et la sécurité des producteurs et travailleurs intervenant dans la filière de l'ananas. Toutefois, certaines recherches font état de la forte vulnérabilité de la main-d'œuvre des filières agroalimentaires, en particulier celle qui travaille dans les champs, face aux phénomènes météorologiques extrêmes. Cela est lié à la pénibilité du travail effectué principalement en extérieur, généralement dans des conditions de travail inadaptées (El Khayat *et al.*,

2022). Certaines entreprises de production d'ananas au Costa Rica ont déjà pris note de ces risques, en particulier ceux liés au **stress thermique et maladies associées** découlant de la hausse des températures et des rayonnements solaires.

Les profils de risque des pays élaborés par la Banque mondiale indiquent qu'une hausse de la fréquence des vagues de chaleur et donc du stress thermique vécu par la main-d'œuvre se généralisera dans les prochaines années, en particulier dans les pays producteurs comme le Costa Rica, l'Équateur, le Ghana et les Philippines, et s'accompagnera d'une perte de productivité de la main-d'œuvre et de risques pour la vie humaine (Banque mondiale, 2021). Le stress hydrique augmente la mortalité et la morbidité des plus vulnérables, en particulier des personnes âgées, des enfants et des femmes enceintes. Par ailleurs, la capacité d'apprentissage des enfants se réduit considérablement avec la hausse de l'exposition à la chaleur. Parmi les autres facteurs de stress prévus pour la santé associés au changement climatique et identifiés dans bon nombre des pays étudiés dans le présent guide, citons la hausse de la pollution de l'air, de l'asthme, des maladies à transmission vectorielle (paludisme, dengue, schistosomiase et maladies transmises par les tiques), d'origine hydrique et d'origine alimentaire, et des maladies diarrhéiques. Des efforts supplémentaires doivent être déployés dans tous les pays et tous les secteurs pour mieux comprendre l'impact de la variabilité climatique sur la santé humaine, et intégrer des stratégies pour faire face aux problèmes de santé sensibles au climat dans les programmes et politiques sanitaires en vigueur. Une sensibilisation et un dialogue transministériel seront aussi requis pour garantir que ces questions sont correctement reflétées dans d'autres politiques sectorielles traitant du changement climatique, comme les plans PAN-Ag, puisque les effets du changement climatique sur la santé humaine affecteront la productivité, entre autres dans le secteur agricole.

L'importance des impacts du changement climatique et les stratégies d'adaptation à la disposition des différents segments de la population dépendent fortement de leur statut socioéconomique, normes socioculturelles, accès aux ressources, niveau de pauvreté et **genre** (FAO, 2018b; 2019b). **Les femmes et les jeunes figurent parmi les groupes les plus exposés aux effets du changement climatique**, mais aucune recherche n'a été trouvée sur les effets spécifiques du changement climatique sur ces populations vis-à-vis de leur engagement dans les chaînes de valeur mondiales de l'ananas, et ce malgré le rôle important que jouent les femmes dans la récolte et l'emballage de ce fruit. Il est urgent de mener des recherches ventilées par genre afin de mieux comprendre les facteurs clés qui expliquent les différences de vulnérabilité des femmes et des hommes aux risques liés au changement climatique et comment mettre en place des stratégies d'adaptation appropriées pour y répondre.

D'autres études ont montré que la violence, y compris physique, psychologique et reproductive à l'égard des femmes, est davantage prononcée après une catastrophe naturelle, ce qui a d'autres conséquences sur le bien-être des femmes (Sloand *et al.*, 2015). Les femmes et les filles sont exposées au risque de violence basée sur le genre suivant un choc imprévu, de nature climatique ou autre (par exemple, la pandémie de COVID-19) (Sloand *et al.*, 2015). Par exemple, les chocs ont tendance à intensifier les tensions domestiques et sociales liées à la hausse du chômage, la dépendance



économique plus forte des femmes vis-à-vis d'un partenaire soutien de famille et les pénuries de services de base (aliments, eau, routes etc.). La violence basée sur le genre est un sujet largement observé dans d'autres chaînes de valeur agroalimentaires axées sur l'exportation, y compris la banane, le raisin et les légumes (BERD et CDC, 2019), ce qui suggère qu'elle pourrait être source d'inquiétude dans le secteur de l'ananas.

Comme indiqué tout au long de ce guide, les effets directs et indirects du changement climatique sur les processus de croissance des cultures influenceront la production alimentaire, ce qui aura des **répercussions sur la sécurité alimentaire et la nutrition**. L'effondrement des systèmes alimentaires dû à la hausse des températures, aux pénuries d'eau et de terres, aux inondations, aux sécheresses et aux déplacements aura un effet négatif sur la production agricole et affectera de manière disproportionnée les personnes les plus vulnérables, déjà aux prises avec la faim et l'insécurité alimentaire. Les groupes vulnérables risquent de souffrir davantage de la détérioration des aliments disponibles et de la nutrition lorsqu'ils sont exposés aux phénomènes climatiques extrêmes. Les ananas font partie d'une alimentation saine et sont une source importante de vitamines et de nutriments pour les consommateurs dans les pays producteurs et importateurs. Sur cette base, les entreprises productrices d'ananas peuvent réfléchir à la manière d'aider les populations vulnérables dans leurs communautés locales en mettant en place des programmes ciblés de sensibilisation sociale qui visent à améliorer la sécurité alimentaire et la nutrition comme la passation de marchés publics (programmes d'alimentation scolaire, services de cantine communautaire etc.) ou les banques alimentaires.

Le projet Fruits responsables reconnaît que **la capacité d'adaptation et la résilience face aux changements climatiques de la filière de l'ananas ne peuvent être renforcées à l'aide d'une approche à acteur unique**. Les difficultés complexes associées aux effets du changement climatique sont mieux résolues par la coopération des groupes de parties prenantes comme les gouvernements, les entreprises, les organisations de producteurs, les instituts de recherche et de formation, les syndicats et d'autres organisations de la société civile. La création de mécanismes de collaboration pluripartite peut être la solution la plus efficace pour lutter contre les effets du réchauffement climatique sur l'industrie de l'ananas à l'avenir. Les solutions d'adaptation actuelles présentées dans ce guide et les manques de connaissances existants (par exemple la gestion intégrée des ravageurs et systèmes d'alerte précoce) montrent que des efforts s'imposent dans tout le secteur et dans tous les pays producteurs pour mobiliser d'autres parties prenantes. Citons par exemple les instituts de recherche et les ministères compétents, pour améliorer la disponibilité des solutions durables d'adaptation climatique définies par la recherche et le développement et pour en favoriser l'adoption à grande échelle grâce à des incitatifs gouvernementaux et le dialogue politique. L'adoption de pratiques d'adaptation nécessite non seulement de développer de nouvelles technologies, mais aussi une assistance technique (par exemple, par le biais de services de vulgarisation et des programmes ciblés de développement des capacités), l'échange d'informations (données et alertes climatiques, informations sur les nouveaux pathogènes etc.) et les financements/incitatifs disponibles pour l'adoption de nouvelles technologies et pratiques potentiellement risquées.

Au niveau institutionnel et politique, le travail déployé par la FAO pour aider les pays à intégrer dans

leurs plans nationaux d'adaptation alignés sur leurs CDNN des solutions spécifiquement destinées à leur secteur agricole est essentiel. Si les PNA-Ag élaborés pour les deux pays étudiés dans ce guide (les Philippines et la Thaïlande) ne portent pas spécifiquement sur le secteur des fruits tropicaux, bon nombre des mesures d'adaptation proposées sont pertinentes pour la production de fruits tropicaux et ont été examinées dans le **chapitre 4** (gestion de l'eau, conservation du sol, protection de la biodiversité, agroforesterie, systèmes d'alerte précoce). **Il est utile de comprendre comment les secteurs de produits de base spécifiques comme la production et l'exportation d'ananas peuvent contribuer à la réalisation des objectifs d'atténuation et d'adaptation définis dans les CDNN et les plans nationaux d'adaptation.** Cela peut aider l'industrie à aligner ses efforts sur ceux déployés au niveau national et infrarégional et à montrer aux responsables politiques les efforts collectifs qu'elle déploie pour soutenir ces plans. Il convient par ailleurs, pour faire avancer ces arguments, de produire des données sur l'impact de la mise en œuvre des pratiques d'adaptation dans le cadre d'un meilleur suivi-évaluation.

Le projet Fruits responsables s'engage à aider les producteurs et exportateurs d'ananas du monde entier à faire face au changement climatique et à d'autres risques pour la durabilité, en produisant à leur intention des outils pratiques. Le projet a élaboré différents supports et outils techniques adaptés au secteur de l'ananas, certains étant également applicables dans le secteur des fruits tropicaux plus généralement. Ces produits sont expliqués ci-dessous.

Le [guide sur l'analyse des lacunes](#) aide les entreprises à comparer les normes et politiques qu'elles utilisent au [Guide OCDE-FAO pour des filières agricoles responsables](#), qui est le guide mondial de référence pour le devoir de diligence et la conduite responsable des entreprises dans le secteur agricole. En utilisant cet outil, les entreprises peuvent évaluer et comprendre les effets de leurs opérations sur les écosystèmes dans lesquels elles interviennent et repérer toute influence négative qu'elles pourraient avoir sur l'environnement et le climat (entre autres facteurs). En comprenant ces risques et en apprenant à les gérer, les entreprises peuvent améliorer leurs performances, améliorer leur durabilité et renforcer la résilience face aux chocs extérieurs, y compris les risques climatiques. Dans de nombreux pays, des lois récemment adoptées ou proposées exigent des entreprises qu'elles exercent un devoir de diligence fondé sur le risque afin de comprendre, d'évaluer, d'atténuer et de prévenir les incidences négatives réelles et potentielles de leurs activités et de celles de leurs fournisseurs et partenaires commerciaux, et de rendre compte de la manière dont elles y remédient. Cela englobe les domaines liés à l'utilisation de produits agrochimiques et à la gestion des ressources naturelles, à la fois avec des impacts directs sur l'adaptation au changement climatique et sur l'atténuation de ses effets.

Le travail actuellement mené par le projet pour développer un outil de mesure de l'empreinte carbone et hydrique de l'industrie de l'ananas contribue aussi à cet objectif. Cet outil vise à aider les producteurs, les entreprises et les associations à mieux comprendre comment réduire leurs émissions de carbone et empêcher la dégradation des ressources hydriques due à leurs interventions. En améliorant cette compréhension, l'outil vise aussi à favoriser l'adoption de pratiques -intelligentes face au climat et la



gestion efficace de l'eau dans la filière de l'ananas dans le cadre de la stratégie environnementale des entreprises. Le projet s'attend également à ce que l'outil comble une lacune en matière de coûts de développement pour le secteur, en particulier pour les petites entreprises et petits producteurs, ainsi qu'en matière de connaissances pour les agriculteurs n'ayant pas nécessairement accès à des outils faciles d'utilisation pour mesurer efficacement leur empreinte carbone et hydrique. Cet outil sera disponible fin 2023.

Le projet a par ailleurs organisé une série de webinaires techniques portant sur certains des défis climatiques les plus urgents pour le secteur de l'ananas. Il s'agit notamment de la [prévention de la déforestation](#), du recours aux [produits agrochimiques et aux limites maximales de résidus](#), du [suivi-évaluation de l'eau](#), de l'[adaptation au changement climatique](#), de la [protection de la biodiversité](#), de la réduction des pertes et des déchets et de la [santé des sols et de la dégradation des terres](#).

Par ailleurs, le projet a mené une étude détaillée pour comprendre les [problèmes de résilience auxquels est confronté le secteur de l'ananas](#). Le changement et la variabilité climatiques figurent en bonne place parmi les principaux défis en matière de résilience auxquels le secteur est confronté. Le projet élaborera un guide technique, des notes techniques et des activités de renforcement des capacités fondés sur les résultats de l'étude pour aborder les domaines qui soutiennent directement et indirectement les efforts des entreprises visant à s'adapter et à se transformer compte tenu des phénomènes météorologiques extrêmes et du changement climatique. Le guide technique s'attachera à aider les entreprises et associations du secteur de l'ananas à mieux suivre leurs progrès vers la résilience et la durabilité et à mieux communiquer à ce propos.

En conclusion, ce guide a été produit par le projet Fruits responsables pour les producteurs et exportateurs d'ananas qui cherchent à en savoir plus sur le changement climatique dans le cadre de leurs propres systèmes commerciaux et sur la meilleure façon de s'adapter à ses effets. Il est à espérer que le guide soit, pour bon nombre d'entre eux, le point de départ d'une discussion sur les effets nationaux, régionaux et localisés du changement climatique sur la production d'ananas et qu'il incitera à une planification conjointe de la recherche sur les solutions d'adaptation pour soutenir la durabilité à long terme de l'industrie d'exportation. Les limites du guide ont été mentionnées dans le [chapitre 1](#), et sont dues au manque de temps et de ressources pour mener les recherches scientifiques longitudinales sur le terrain nécessaires pour répondre à des questions spécifiques liées aux effets du changement climatique à long terme sur le secteur de l'ananas dans des conditions de production variées. En effet, des recherches longitudinales spécifiques aux produits et aux situations géographiques s'imposent pour mieux comprendre les risques climatiques et leurs effets à long terme sur les cultures de fruits tropicaux et trouver des solutions d'adaptation innovantes.

Annexe 1

Suggestions de ressources



La liste ci-dessous fournit des références supplémentaires, telles que sites web, publications techniques et documents d'orientation, notes stratégiques etc., qui peuvent aider les producteurs, associations et entreprises à en apprendre davantage sur le changement climatique, ses impacts sur le secteur des fruits tropicaux et les solutions disponibles en matière d'adaptation. Certaines boîtes à outils sont également présentées pour aider les parties prenantes du secteur de l'ananas à définir leurs objectifs en matière d'adaptation et à en suivre la progression.

Publications et articles techniques et d'orientation

Ananas

Alla, M.J.M. 2021. Agricultural productivity of selected Philippine Crops: Effect of climate change in Cotabato Province. *International Journal Innovative Science and Research Technology*, 6(12), p. 1127-1131. www.ijisrt.com/assets/upload/files/IJSRT21DEC732.pdf

CANAPEP. 2022. Manual técnico para la producción sostenible de piña. Disponible (en espagnol) à l'adresse: <https://canapep.com/wp-content/uploads/2022/05/MANUAL-TECNICO-PARA-LA-PRODUCCION-SOSTENIBLE-DE-LA-PIN%CC%83A-V08.pdf>

Díaz Ramírez, L., Jäger, M. et Hurtado, J. 2021. *Plan de investigación y desarrollo de la cadena productiva de la piña del Valle del Cauca a partir de sus principales brechas tecnológicas*. Université nationale de Colombie. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80897>

Díaz Ramírez, L., Hurtado, J. et Jäger, M. 2022. *Brechas tecnológicas de la cadena productiva de la piña en el Valle del Cauca y descripción del estado del arte*. Université nationale de Colombie. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/82689>

GIZ (Agence allemande de coopération internationale). 2023. *Manual de agricultura sostenible con énfasis en biodiversidad y cambio climático in "Del Campo al Plato"*. Cité le 12 juin 2023. www.delcampoalplato.com/es/publicacion/iki-cp-publicaciones/

IFPRI (Institut international de recherche sur les politiques alimentaires). 2019. Climate change, agriculture and adaptation options for Costa Rica. *Document de travail de l'IFPRI*. 01825. Washington, D.C. <https://ebrary.ifpri.org/digital/api/collection/p15738coll2/id/133209/download>

Jinés León, A. et Eitzinger, A. 2021. *Identificación de las zonas de ladera aptas para el cultivo de piña md2 en el territorio del Valle del Cauca*. Université nationale de Colombie. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80911>

Ministerio de Agricultura y Ganadería Servicio Fitosanitario del Estado. 2010. *Manual de buenas prácticas agrícolas para la producción de piña (Ananas Comosus L.)*. Servicio de Extensión Agropecuaria Costa Rica. www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-9646.PDF

Phrommarat, B. et Oonkasem, P. 2021. Sustainable pineapple farm planning based on eco-efficiency and income risk: a comparison of conventional and integrated farming systems. *Applied Ecology and Environmental Research*, 19(4), p. 2701-2717. www.aloki.hu/pdf/1904_27012717.pdf

Pulhin, F.B., Lasco, R.D., Espaldon, M.V.O. et Gevana, D. 2009. *Mainstreaming climate change adaptation in watershed management and upland farming in the Philippines*. Rapport final. Centre de développement forestier, Faculté de sylviculture et de gestion des ressources naturelles, Université des Philippines Los Baños, p. 1-65. www.weadapt.org/sites/weadapt.org/files/legacy-new/placemarks/files/5077e5858239dphilippines-final-report-draft.pdf

Rafanan, K. F. A. 2016. Effects of climate variability on the business performance of pineapple growers in Calauan, Laguna, Philippines. *Mémoire de fin d'études*. 4577. Université des Philippines Los Baños (UPLB). www.ukdr.uplb.edu.ph/etd-undergrad/4577

Reinhardt, D.H., Uriza, D., Soler, A., Sanewski, G. et Rabie, E.C. 2019. Limitations for pineapple production and commercialization and international research towards solutions. *Acta Horticulturae*. 1239, p. 51-64. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1239.7>

Whitney, C., Fernandez, E., Do, H., Luu, T.T.G., Heuschkel, Z. et Luedeling, E. 2020. *Decision Support for determining effective climate measures in banana production*. Université de Bonn. www.nachhaltige-agrarlieferketten.org/fileadmin/user_upload/Banana_adaptation_measures_report_UniBonn.pdf



Secteur de la production en général

FAO. 2023. *SEPAL (System for earth observation data access, processing and analysis for land monitoring)*. Rome. www.fao.org/3/cb2876en/cb2876en.pdf

Global Nature Fund. 2023. Biodiversity check agrícola. Agence allemande de coopération internationale (GIZ). Allemagne. www.delcampoalplato.com/en/home-engl/biodiversity-check-agricola-engl

Miles, L., Agra, R., Sengupta, S., Vidal, A. et Dickson, B. 2021. Nature-based solutions for climate change mitigation. UICN et Programme des Nations Unies pour l'environnement. www.unep.org/resources/report/nature-based-solutions-climate-change-mitigation

Pronaturaleza – Fundación Peruana por la Conservación de la Naturaleza. 2021. *Biodiversity hotspot of the tropical Andes*. Pérou, Fonds de partenariat pour les écosystèmes critiques. www.cepf.net/sites/default/files/tropical-andes-ecosystem-profile-2021-english.pdf

Programme des Nations Unies pour l'environnement. 2015. Microfinance for ecosystem-based adaptation measures – Options, costs and benefits. Panama. www.unep.org/resources/publication/microfinance-ecosystem-based-adaptation-options-costs-and-benefits

Boîtes à outils et sites web

Banque mondiale. 2022. Portail des connaissances sur le changement climatique pour les professionnels du développement et les responsables politiques. Dans: Groupe de la Banque mondiale [en ligne]. Washington. [Cité le 7 octobre 2022]. <https://climateknowledgeportal.worldbank.org...>

CABI. 2023. CABI Digital library - Research and learning in agriculture, the environment and the applied life sciences. [Cité le 15 mars 2023]. www.cabidigitallibrary.org

CEPF (Fonds de partenariat pour les écosystèmes critiques). 2023. Explorez les points chauds de la biodiversité. Dans: Fonds de partenariat pour les écosystèmes critiques, Protéger la biodiversité en soutenant les populations. [Cité le 16 juin 2023]. <https://fr.cepf.net/our-work/biodiversity-hotspots>

FAO. 2023. Climate Risk Toolbox. Dans: FAO. [Cité le 19 juin 2023]. <https://data.apps.fao.org/crtb/>

FAO. 2023. Analysis of Vulnerability and Risk due to Climate Change in the Agricultural Sector. Colombie. Dans: FAO Colombie. [Cité le 16 juin 2023] <https://cambioclimatico.fao.org.co>

FAO. 2023. Centre de connaissances sur le changement climatique. Dans: FAO Changement climatique. [Cité le 16 juin 2023]. www.fao.org/climate-change/knowledge-hub/fr

FAO. 2023. Partenariat mondial sur les sols. Dans: FAO. Rome. [Cité le 16 juin 2023]. www.fao.org/global-soil-partnership/fr

FAO. 2023. Soil and water conservation in Latin America and the Caribbean. Dans: FAO. Rome. [Cité le 16 juin 2023]. www.fao.org/americas/prioridades/suelo-agua

FAO. 2023. SEPAL Surveillance des forêts et des terres pour l'action climatique. Dans: FAO. Rome. [Cité le 19 juin 2023]. www.fao.org/in-action/sepal/overview/fr

GBIF (Système mondial d'information sur la biodiversité). 2023. Accès libre et ouvert aux données sur la biodiversité. Copenhague, Secrétariat du GBIF. [Cité le 16 juin 2023]. www.gbif.org/fr/

GreenFacts. 2022. Biodiversité. Perspectives mondiales. Dans: GreenFacts, Facts on Health and the Environment. [Cité le 16 juin 2023]. www.greenfacts.org/fr/perspectives-mondiales-biodiversite/lieux/index.htm

GreenFacts. 2022. Thèmes. Dans: GreenFacts, Facts on Health and the Environment. [Cité le 16 juin 2023]. www.greenfacts.org/fr/dossiers/themesindex.htm

Open Foris. 2023. Free open-source solutions for environmental monitoring. <https://openforis.org/>

PAM (Programme alimentaire mondial). 2023. WFP Dataviz - Vulnerability Assessment Monitoring (VAM). <https://dataviz.vam.wfp.org>

PNUE (Programme des Nations Unies pour l'environnement). 2023. Liste de projets d'adaptation aux changements climatiques. Dans: PNUE, Adaptation aux effets du changement climatique. [Cité le 16 juin 2023]. <https://www.unep.org/explore-topics/climate-action/what-we-do/climate-adaptation/climate-adaptation-project-list>

Réseau international de forêts modèles. 2019. *Trousse des forêts modèles – un manuel pratique.* Ottawa, Canada. https://imfn.net/wp-content/uploads/2019/03/Toolkit2019_Fre_All-in-One_FINAL.pdf

Union internationale pour la conservation de la nature. 2023. Plateforme Contributions à la nature. [Cité le 19 juin 2023]. www.iucn.org/fr/resources/outil-de-conservation/plateforme-contributions-la-nature

WeADAPT. 2023. Climate change adaptation planning, research and practice – a collaborative platform on climate change adaptation issues. [Cité le 18 août 2023]. www.weadapt.org/



Notes stratégiques et publications intégrales

Banque mondiale. 2022. Country risk profile reports. Rome. [Cité le 3 février 2023]. <https://datacatalog.worldbank.org/search/dataset/0041074>

FAO et PNUD. 2023. Private sector mapping, outreach, and engagement in climate responsive agrifood systems - SCALA private sector engagement guidance series. Mars 2023. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc4689en>.

GIZ. 2021. *Climate change and its effects on banana production – Colombia, Costa Rica, the Dominican Republic and Ecuador.* www.nachhaltige-agrarlieferketten.org/fileadmin/user_upload/Climate_change_and_its_effects_on_banana_production_English__1_.pdf

Hallegatte, S., Rentschler, J. et Rozenberg, J. 2020. Adaptation Principles: A Guide for Designing Strategies for Climate Change Adaptation and Resilience. Banque mondiale, Washington. <http://hdl.handle.net/10986/34780>

Parker, L., Bourgoïn, C., Martinez-Valle, A. et Läderach, P. 2019. *Vulnerability of the agricultural sector to climate change: The development of a pan-tropical Climate Risk Vulnerability Assessment to inform sub-national decision making.* PLoS ONE 14(3): e0213641. Australie, Université du Southern Queensland. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213641>

Références bibliographiques

- Abdullah, N.S., Abdul Aziz, N., Mohammed, A. et Shah Yusop, M.A.** 2011. Drought stress tolerance in pineapple (*Ananas comosus*. L. Merrill) varieties. Malaisie, Universiti Teknologi MARA (UiTM). <https://ir.uitm.edu.my/id/eprint/38993/1/38993.PDF>
- Adabe, K.E., Hind, S. et Maïga, A.** 2016. *Production et transformation de l'ananas*. Cameroun, CTA. www.researchgate.net/publication/354446875_Production_and_processing_of_pineapple_Production_et_transformation_de_l%27ananas
- Ajema, L. et Nigussie, A.** 2021. Yield and yield advantage of the component crops as affected by strip intercropping of coffee (*Coffea arabica* L.) with pineapple (*Ananas comosus* L.). *American Journal of Bioscience*, 9(4): 116-121.
- Altieri, M., Fonseca, J., Caballero, J. et Hernandez, J.** 2006. Manejo del agua y restauración productiva en la región indígena Mixteca de Puebla y Oaxaca.
- Altieri, M.A. et Nicholls, C.I.** 2004. An agroecological basis for designing diversified cropping systems in the tropics. *Journal of Crop Improvement*, 11(1-2): 81-103. https://doi.org/10.1300/J411v11n01_05.
- Amaya Román, G. et Sánchez Rincón, J. S.** 2022. *Propuesta de implementación de herramientas de manejo del paisaje como aporte al desarrollo rural sostenible en una finca productora de piña (Ananas comosus) del municipio de Monterrey, Casanare*. Universidad El Bosque. Colombie.
- Arce, A., Hernández, C. et Amador, R.** 2014. Determinación de la cantidad y composición de biogás a partir del rastrojo de piña (*Ananas comosus*) por medio de un sistema continuo de laboratorio. *San José: ICE*.
- Armenta-Bojórquez, A.D., García-Gutiérrez, C., Camacho-Báez, J.R., Apodaca-Sánchez, M.Á., Gerardo-Montoya, L. et Nava-Pérez, E.** 2010. Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. *Ra Ximhai*, 6(1): 51-56. [Engrais biologiques dans le développement agricole du Mexique].
- Bakar, B.A., Baharom, S.N.A., Rani, R.A., Ahmad, M.T., Zubir, M.N., Sayuti, A.F.A., Nordin, M.N., Bookeri, M.A.M. et Muslimin, J.** 2020. A review of mechanization and automation in Malaysia's pineapple production. *Advances in Agricultural and Food Research Journal*.
- Banque mondiale.** 2022. Country risk profile reports. Rome. [Cité le 3 février 2023]. <https://datacatalog.worldbank.org/search/dataset/0041074>
- Banque mondiale.** 2022. Portail des connaissances sur le changement climatique pour les professionnels du développement et les responsables politiques. Dans: Groupe de la Banque mondiale [en ligne]. Washington. [Cité le 7 octobre 2022]. <https://climateknowledgeportal.worldbank.org>

- Bessert, L.** 2022. Keyline Design - water management of agricultural landscapes: Key for Regenerative agriculture? Université de Kassel. https://agroforst-info.de/wp-content/uploads/2023/01/bessert-Keyline_angepasst.pdf
- Bhattacharjee, P., Warang, O., Das, Sh. et Das, S.** 2022. Impact of climate change on fruit crops - A review. *Current World Environment*. 17 (2). Inde. p. 319-330. <http://dx.doi.org/10.12944/CWE.17.2.4>
- Bonet-Pérez, C.C., Guerrero-Posada, M.P., Hernández-Llanes, M.J., Rodríguez-Correa, D. et La Rosa-Fernández, Y.** 2023. Irrigation and drainage in pineapple crop (cultivar MD-2) in Ciego de Ávila province. Agricultural Engineering Research Institute, Camaguey Subsidiary, Cuba. <https://doi.org/10.32629/rwc.v6i1.1126>
- Brookes, G.** 2022. Genetically Modified (GM) Crop Use 1996-2020: Impacts on carbon emissions. *GM Crops and Food*, 13(1): 242-261.
- CANAPEP (Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña).** 2023. CANAPEP. Costa Rica. [Cité le 19 juin]. <https://canapep.com>
- CCNUCC (Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques).** 2023. L'Accord de Paris. Qu'est-ce que l'Accord de Paris? [Cité le 2 mai 2023] <https://unfccc.int/fr/a-propos-des-ndcs/l-accord-de-paris>
- CCNUCC.** 2024. *Objectif mondial en matière d'adaptation*. ONU Changement climatique. [Cité le 23 janvier 2024]. <https://unfccc.int/topics/adaptation-and-resilience/workstreams/gga>
- Çetin, Ö. et Akalp, E.** 2019. Efficient use of water and fertilizers in irrigated agriculture: drip irrigation and fertigation. *Acta Horticulturae et Regioteecturae*, 22(2): 97-102.
- Chaddad, F.** 2016. Chapter 2 - Enabling Conditions. Dans: F. Chaddad, dir. pub. *The Economics and Organization of Brazilian Agriculture*, p. 19-44. San Diego, Academic Press.
- Chairani, S., Megawati, S., Novpriansyah, H., Banuwa, I.S. et Buchari, H.** 2018. Tracking the fate of organic matter residue using soil dispersion ratio under intensive farming in red acid soil of Lampung, Indonesia.
- Change, S.** 2018. *Agroforestry: diversifying farms for increased resilience in Central America*. https://weseedchange.org/wp-content/uploads/2019/09/SeedChange_program-highlight_agroforestry-Central-America.pdf
- Chawla, R., Sheokand, A., Rai, M. R. et Kumar, R.** 2021. Impact of climate change on fruit production and various approaches to mitigate these impacts. *The Pharma Innovation Journal*. 10(3): 564-571.
- Chintagunta, A.D., Ray, S. et Banerjee, R.** 2017. An integrated bioprocess for bioethanol and biomanure production from pineapple leaf waste. *Journal of Cleaner Production*, 165: 1508-1516. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.179>

Commission européenne. 1998. Lignes directrices opérationnelles, critères et indicateurs paneuropéens pour la gestion durable des forêts. Troisième Conférence ministérielle pour la protection des forêts en Europe, Lisbonne, Portugal.

Crumpler, K., Abi Khalil, R., Tanganelli, E., Rai, N., Roffredi, L., Meybeck, A., Umulisa, V., Wolf, J. et Bernoux, M. 2021. (Interim) *Global update report – Agriculture, Forestry and Fisheries in the Nationally Determined Contributions*. Gestion de l'environnement et des ressources naturelles – Document de travail no 91. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb7442en>

Cubero Fernández, D. et Sandí Meza, V. 2014. *Técnicas agroambientales para el manejo del cultivo de la piña*. (N° 634,774 C962t). Ministerio de Agricultura de Costa Rica.

Culik, M. P. y Ventura, J. A. 2009. New species of *Rhinoleucophenga*, a potential predator of pineapple mealybugs. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 44, 417-420.

de Azevedo, P.V., de Souza, C.B., da Silva, B.B. et da Silva, V.P. 2007. Water requirements of pineapple crop grown in a tropical environment, Brazil. *Agricultural water management*, 88(1-3): 201-208.

del Carmen Ponce-Rodríguez, M., Carrete-Carreón, F.O., Núñez-Fernández, G.A., de Jesús Muñoz-Ramos, J. et Pérez-López, M. 2021. Keyline in bean crop (*Phaseolus vulgaris* L.) for soil and water conservation. *Sustainability*, 13(17): 9982.

Diaz Grisales, V., Caicedo Vallejo, A.M. et Carabalí Muñoz, A. 2017. Ciclo de vida y descripción morfológica de *Heilipus lauri* Boheman (Coleoptera: *Curculionidae*) en Colombia. *Acta zoológica mexicana*, 33(2): 231-242. [Cycle de vie et description morphologique de *Heilipus lauri* Boheman (Coleoptera: *Curculionidae*) en Colombie]

Dufour, R. 2015. *Tipsheet: Crop rotation in organic farming systems*. États-Unis d'Amérique. National Center for Appropriate Technology (NCAT). Dans: ATTRA Sustainable Agriculture. <https://attra.ncat.org/publication/tipsheet-crop-rotation-in-organic-farming-systems/>

El Khayat, M., Halwani, D.A., Hneiny, L., Alameddine, I., Haidar, M.A. et Habib, R.R. 2022. Impacts of climate change and heat stress on farmworkers' health: A scoping review. *Frontiers in public health*, 10: 71.

Erazo-Mesa, E., Ramírez-Gil, J.G. et Sánchez, A. 2021. Hass needs water irrigation in tropical precipitation regime: evidence from Colombia. *Water*.

Eshetu, T., Tefera, W. et Kebede, T. 2007. Effect of weed management on pineapple growth and yield. *Ethiopian Journal of weed management*, 1(1): 29-40.

Espinosa, M.E.Á., Moreira, R.O., Lima, A.A., Sággio, S.A., Barreto, H.G., Luiz, S.L.P., Abreu, C.E.A., Yanes-Paz, E., Ruíz, Y.C. et González-Olmedo, J.L. 2017. Early histological, hormonal, and molecular changes during pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merrill) artificial flowering induction. *Journal of plant physiology*, 209: 11-19.

- Espinosa, M.R., Carvajal, L.M., Reza García, S.d.I.C., Melo Zipaçon, W.F., Bolaños Benavides, M.M., Martínez Reina, A.M., Rodríguez Borray, G., Ospina Parra, C.E. et Abril Castro, J.L.** 2016. Plan de manejo agroclimático integrado del sistema productivo de piña (*Ananas comosus*): municipio de el Peñón departamento de Bolívar. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27610.44480>
- Espinoza, F.R.** 2007. Efectividad de siete métodos de protección de la fruta de piña contra los rayos solares durante la etapa de maduración (*Ananas comosus*) (L.) Merr híbrido MD-2. [Consulté le 15 juin 2023]. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/5869>
- Fan, J., Lu, X., Gu, S. et Xinyu, G.** 2020a. Improving nutrient and water use efficiencies using water-drip irrigation and fertilization technology in Northeast China. *Agricultural Water Management*, 241: 106352. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106352>
- FAO.** 2011. FAO-ADAPT Framework program on climate change adaptation. Rome. www.fao.org/3/i2317e/i2317e.pdf
- FAO.** 2016. *Adapting agriculture to climate change*. Rome. www.fao.org/3/i6398e/i6398e.pdf
- FAO.** 2017a. *Aborder l'agriculture, les forêts et la pêche dans les Plans nationaux d'adaptation*. Rome. www.fao.org/3/i6714f/i6714f.pdf
- FAO.** 2017b. FAO strategy on climate change. Rome. www.fao.org/3/i8132e/i8132e.pdf
- FAO.** 2017c. Technologies et pratiques pour les petits producteurs agricoles (TECA). Dans: *Crop rotation in conservation agriculture*. Rome. [Cité le 21 février 2023]. <https://teca.apps.fao.org/teca/en/technologies/7415>
- FAO.** 2018a. *Addressing sustainable crop production priorities in National Adaptation Plans*. Rome. www.fao.org/3/CA2930EN/ca2930en.pdf
- FAO.** 2018b. *Promoting gender-responsive adaptation in the agriculture sectors: Entry points within National Adaptation Plans*. Rome. www.fao.org/in-action/naps/resources/detail/ar/c/1114148/
- FAO.** 2019a. *Food Outlook - Biannual Report on Global Food Markets*. Rome. www.fao.org/3/ca4526en/ca4526en.pdf
- FAO.** 2019b. *Gender in adaptation planning for the agriculture sector – Guide for trainers*. Rome. www.fao.org/in-action/naps/resources/detail/en/c/1253017
- FAO.** 2020. *Principaux fruits tropicaux – Analyse du marché 2019*. Rome. www.fao.org/3/cb0834fr/CB0834FR.pdf
- FAO.** 2021a. *Public expenditure analysis for climate change adaptation and mitigation in the agriculture sector – A case study of Uganda*. Rome. [Cité le 13 juin 2023]
- FAO.** 2021b. *Climate change, biodiversity and nutrition nexus – Evidence and emerging policy and programming opportunities*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb6701en>
- FAO.** 2021c. *Supporting developing countries to integrate their agricultural sectors into national adaptation plans*. Rome. www.fao.org/3/cb5060en/cb5060en.pdf

- FAO.** 2021d. *Climate smart agriculture case studies – projects from around the world*. Rome. www.fao.org/3/cb5359en/cb5359en.pdf
- FAO.** 2021e. *Tropical Fruit Market Review*. Rome. www.fao.org/3/cc1900en/cc1900en.pdf
- FAO.** 2022a. *Analyse de la résilience climatique et du risque de catastrophe pour les chaînes de valeur sensibles au genre*. Note d'orientation. Rome. www.fao.org/3/cc0051fr/cc0051fr.pdf
- FAO.** 2022b. *Genre, chaînes de valeur agroalimentaires et agriculture résiliente face au changement climatique dans les petits États insulaires en développement*. Rome. www.fao.org/3/cb9989fr/cb9989fr.pdf
- FAO.** 2022c. *Document du Conseil, 13-17 juin. Stratégie de la FAO relative au changement climatique 2022–2031*. Rome. www.fao.org/3/ni706fr/ni706fr.pdf
- FAO.** 2022d. *Major Tropical Fruits - Statistical Compendium 2021*. Rome. www.fao.org/3/cc2399en/cc2399en.pdf
- FAO.** 2022e. *Major Tropical Fruits – Market Review 2021*. Rome. www.fao.org/3/cc1900en/cc1900en.pdf
- FAO.** 2022f. *Greenhouse gas emissions from agrifood systems: Global, regional and country trends, 2000–2020*. Série de résumés analytiques de FAOSTAT N° 50. Roma. www.fao.org/3/cc2672en/cc2672en.pdf
- FAO.** 2023a. *Major Tropical Fruits Market Review – Preliminary results 2022*. Rome. www.fao.org/3/cc3939en/cc3939en.pdf
- FAO.** 2023b. FAOSTAT: Cultures. Dans: FAO. Rome. [Cité le 21 mars 2023]. www.fao.org/faostat/fr/#data/QCL
- FAO et PNUD (Programme des Nations Unies pour le Développement).** 2020a. *Toolkit for value chain analysis and market development integrating climate resilience and gender responsiveness*. Rome. www.fao.org/policy-support/tools-and-publications/resources-details/en/c/1333257
- FAO et PNUD.** 2020b. *Using climate services in adaptation planning for the agriculture sectors*. Rome. www.fao.org/policy-support/tools-and-publications/resources-details/en/c/1371846/
- FAO et PNUD.** 2023. *Progress in developing a national monitoring and evaluation system for adaptation in the agriculture sector: multi-country case study - January 2023*. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc3916en>
- FAO et WUR (Université de Wageningen).** 2021. *Applying blockchain for climate action in agriculture: state of play and outlook*. La Haye et Rome. www.fao.org/3/cb3495en/cb3495en.pdf
- Fausey, N.R.** 2005b. Drainage, surface and subsurface. Dans: D. Hillel, dir. pub. *Encyclopedia of Soils in the Environment*, p. 409-413. Oxford, Elsevier.

- Fischer, G., Alejandro Cleves-Leguizamo, J. et Enrique Balaguera-López, H.** 2022. Impacto de la temperatura del suelo sobre los frutales en escenarios de cambio climático. *Revista Colombiana de ciencias Hortícolas*, 16(1): 1-13. <https://doi.org/10.17584/rcch.2022v16i1.12769>
- Frankowska, A., Jeswani, H.K. et Azapagic, A.** 2019. Life cycle environmental impacts of fruits consumption in the UK. *Journal of Environmental Management*, 248. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.06.012>
- Gamboa-Barboza, A.** 2006. *Efecto del peso de la planta al forzamiento sobre el rendimiento y calidad de la fruta en piña (Ananas comosus) (L.) Merr Híbrido MD-2.*
- García, R. et García-López, E.** 2021. Combined effects of cover crops and herbicide rotation as proactive weed management in pineapple (*Ananas comosus* L. Merr) in Huimanguillo Tabasco, Mexico. *Agro Productividad*. <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i9.2038>
- García, A. et Rodríguez, M.** 2011. *Guía de identificación y MIP en el cultivo de piña.* Región de Administración y Planificación del Caribe (RAP Caribe).
- García de la Cruz, R., García Espinosa, R., Rodríguez Guzmán, M.d.P., González Hernández, H. et Palma López, D.J.** 2006. Efecto de la rotación con leguminosas sobre la productividad del cultivo de piña (*Ananas comosus* [L.] Merr.) y cultivos intercalados en Tabasco, México. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología Número 77* (Abril 2006).
- García-Herrero, L., Brenes-Peralta, L., Leschi, F. et Vittuari, M.** 2022. Integrating life cycle thinking in a policy decision tool: Its application in the pineapple production in Dominican Republic. *Journal of Cleaner Production*, 360. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132094>
- García-Martínez, Y.G., Ballesteros, C., Bernal, H., Villarreal, O., Jiménez-García, L. et Jiménez-García, D.** 2016. Traditional agroecosystems and global change implications in Mexico. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 22(4): 548-565. www.agrojournal.org
- García Reyes, A.** 1991. *Manejo integrado del cultivo de piña en Santander (Colombia).* Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).
- Ghane, E. Feyereisen, G., Rosen, C. et Tschirner, U.** 2018. Agricultural drainage. *Transactions of the ASABE*. 61(3): 995-1000. <https://doi.org/10.13031/trans.12642>
- GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat).** 2021. *Changement climatique 2021: Les bases scientifiques physiques. Contribution du Groupe de travail I au sixième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.* Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, États-Unis. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
- GIEC.** 2022. *Changement climatique 2022: impacts, adaptation et vulnérabilité.* Dans: GIEC. www.ipcc.ch/report/ar6/wg2

GIEC. 2023. Résumé à l'intention des décideurs. Dans: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Un rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Contribution des Groupes de travail I, II et III au sixième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.* [Équipe de rédaction, H. Lee et J. Romero (dir. pub.)]. Genève, Suisse, 36 p.

Girkin, N.T., Dhandapani, S., Evers, S., Ostle, N., Turner, B.L. et Sjögersten, S. 2020. Interactions between labile carbon, temperature and land use regulate carbon dioxide and methane production in tropical peat. *Biogeochemistry*, 147(1): 87-97. <https://doi.org/10.1007/s10533-019-00632-y>.

Glenn, G.M., Orts, W., Imam, S., Chiou, B.-S. et Wood, D.F. 2014. Chapter 15 - Starch plastic packaging and agriculture applications. Dans: P.J. Halley & L. Avérous, dir. pub. *Starch Polymers*, p. 421-452. Amsterdam.

Goettsch, B., Urquiza-Haas, T., Koleff, P., Acevedo Gasman, F., Aguilar-Meléndez, A., Alavez, V., Alejandro-Iturbide, G. et al. 2021. Extinction risk of mesoamerican crop wild relatives. *Plants, People, Planet*, 3(6): 775-795. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10225>.

Gouvernement australien. 2008. *The biology of ananas comosus var. Comosus (pineapple)*. https://bangladeshbiosafety.org/wp-content/uploads/2017/06/Biology_of_Pineapple_Au.pdf.

Graefe, S., Tapasco, J. et Gonzalez, A. 2013. Resource use and GHG emissions of eight tropical fruit species cultivated in Colombia. *Fruits (Paris)*, 68(4): 303-314. <https://doi.org/10.1051/fruits/2013075>

Gutiérrez, D. Y. M., Guerra, M. V. T. et Pinzón, M. E. T. 2015. Propiedades físicas, químicas y mecánicas de la piña Golden y Mayanés utilizada para la indumentaria en Bogotá. *Teoría y praxis investigativa*, 8(2), 32-43.

Haque, S., Akbar, D. et Kinneer, S. 2020. The variable impacts of extreme weather events on fruit production in subtropical Australia. *Scientia Horticulturae*, 262: 109050. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109050>

He, D.A., He, M.H., Amalin, D.M., Liu, W., Alvindia, D.G. et Zhan, J.A. 2021. *Biological control of plant diseases: an evolutionary and eco-economic consideration*. <https://doi.org/10.3390/pathogens10101311>

Hernández-Chaverri, R. et Prado Barragán, L. 2018. Impacto y oportunidades de biorrefinería de los desechos agrícolas del cultivo de piña (*Ananas comosus*) en Costa Rica. *UNED Research Journal*, 10: 455-468. [Impact et opportunités pour le bioraffinage des déchets agricoles tirés de la culture de l'ananas (*Ananas comosus*) au Costa Rica].

Hunter. 2023. *Drip irrigation design and installation guide*. Cité le 18 février 2023. chwd.org/wp-content/uploads/Hunter-Drip-Irrigation-Design-Guide.pdf

Husin, N. et Sapak, Z. 2022. *Bacillus cereus* for controlling bacterial heart rot in pineapple var. MD2. *Tropical Life Sciences Research*, 33(1): 77.

- InfoAgro.** 2022. *Beneficios de la rotación de cultivos*. Dans: Infoagro, Mexique. [Cité le 3 mars 2023]. [Avantages de la rotation des cultures]. <https://mexico.infoagro.com/beneficios-de-la-rotacion-de-cultivos/>
- Irmer, S., Podzun, N., Langel, D., Heidemann, F., Kaltenecker, E., Schemmerling, B., Geilfus, C.-M., Zörb, C. et Ober, D.** 2015. New aspect of plant–rhizobia interaction: alkaloid biosynthesis in *Crotalaria* depends on nodulation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 112(13): 4164-4169.
- Irías-Mata, A.P. & Lutz, G.** 2014. Pineapple-stover derived furan compounds as gasoline oxygenate additive. *UNED Research Journal/Cuadernos de Investigación UNED*, 5(2): 279-282.
- Johansson, E.L., Brogaard, S. et Brodin, L.** 2022. Envisioning sustainable carbon sequestration in Swedish farmland. *Environmental Science & Policy*, 135: 16-25. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.04.005>.
- Joy, P., Anjana, R. y Soumya, K.** 2013. *Pests of pineapple and their management*. Estación de Investigación de Piña. Universidad Agrícola de Kerala. India.
- Joy, P. et Sindhu, G.** 2012. *Diseases of pineapple (Ananas comosus): Pathogen, symptoms, infection, spread and management*. [Cité le 15 juin 2023]. www.researchgate.net/publication/306017784_DISEASES_OF_PINEAPPLE_Ananas_comosus_Pathogen_symptoms_infection_spread_management
- Katzir, R.** 2014. Advance farming in the desert - the Israeli experience. In A. El-Beltagy, W. Tao & M.C. Saxena, dir. pub. p. 535-541. Le Caire, Égypte, International Dryland Development Commission (IDDC).
- Lagumbay, V.F.K., Cabillar, D.M.A., Jumoc, R.M.A., Quiling, R.M.W. et Canencia, O.P.** 2017. Food security and sustainability in the changing climate: the case of developing country. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 5(11): p. 1577-1586. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2017.11227>
- Lahlali, R., Ezrari, S., Radouane, N., Kenfaoui, J., Esmaeel, Q., El Hamss, H., Belabess, Z. et Barka, E.A.** 2022. Biological control of plant pathogens: A global perspective. *Microorganisms*, 10(3): 596.
- Lal, N. et Sahu, N.** 2017. Management strategies of sun burn in fruit crops-A Review. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.606.131>
- Lang, T.D., S. et Lentini, R.** 2023. *Water management for florida sugarcane Production 1*. Université de Floride. IFAS Extension.
- Liu, P.** 2017. Socio-economic impacts of climate change on the tropical fruit industry. How can the industry address them? Présentation au Symposium sur les fruits tropicaux, 23-25 octobre 2017. Fidji, Réseau International des Fruits Tropicaux. <http://itfnet.org/Download/STF2017/KEYNOTE.pdf>.

- Livestock Engineering Unit et Environmental Practices Unit.** 2005. Manure composting manual. Alberta – Agriculture, food and rural development. Canada. [https://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/agdex8875/\\$file/400_27-1.pdf?OpenElement](https://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/agdex8875/$file/400_27-1.pdf?OpenElement)
- Lobell, D.B., Field, C.B., Cahill, K.N. et Bonfils, C.** 2006. Impacts of future climate change on California perennial crop yields: Model projections with climate and crop uncertainties. *Agricultural and Forest Meteorology*, 141(2): 208-218. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2006.10.006>
- López, R., González-Fernández, J., Galea, Z., Álvarez, J.M. et Iñaki, J.** 2015. Evaluation of composition and performance of composts derived from guacamole production residues. *Journal of Environmental Management*, 147: 132-139. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.09.016>.
- López Silva, A.A. et Vega Norori, I.** 2004. *Cultivos de cobertura para sistemas de cultivos perennes. Guía Técnica.* Nicaragua, Universidad Nacional Agraria.
- Lugo, A.** 2018. Prácticas agroforestales en san Vicente del Caguán, una forma de conservar el medio ambiente. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).
- Luta, W., Ahmed, O.H., Latifah, O., Heng, K., Choo, L., Jalloh, M.B., Adiza Alhassan, M. et Arifin, A.** 2021. Water table fluctuation and methane emission in pineapples (*Ananas comosus* (L.) Merr.) cultivated on a tropical peatland. *Agronomy*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/agronomy11081448>
- Maes, M.J.A.** 2022. *Monitoring exposure to climate-related hazards: Indicator methodology and key results.* OECD Environment Working Papers (OECD): N° 201. OCDE. Paris.
- Manik, T.K., Sanjaya, P., Pandu Pradana, O.C. et Arflan, D.** 2019. Investigating local climatic factors that affected pineapple production in Lampung Indonesia. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 4(5): 1348-1355. <https://doi.org/10.22161/ijeab.45.8>
- Martínez, C., Carlos Menjivar, J. et Saavedra, R.** 2022. Soils erosion in pineapple (*Ananas comosus* L. Merr) producing areas. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 39(1): 142-154.
- Mendes, L.R.D.** 2021. Nitrogen removal from agricultural subsurface drainage by surface-flow wetlands: variability. *Processes*, 9(1): 156.
- Méndez-González, G.** 2010. Evaluación preliminar de la floración natural del cultivo de piña (*Ananas comosus*) híbrido MD-2, de acuerdo a cuatro zonas altitudinales en la Región Huetar Norte de Costa Rica.
- Michel, K., Weninger, T., Scheper, S., Lackóová, L., Kitzler, K., Gartner, K., King, N.W., Cornelis, W. et Strauss, P.** 2021. Ecosystem services of tree windbreaks in rural landscapes - a systematic review. *Environmental Research Letters*, 16(10). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac1d0d>.
- Mitra, S.K.** 2016. Climate change: impact, and mitigation strategies for tropical and subtropical fruits. *VI International Symposium on Tropical and Subtropical Fruits 1216*. p. 1-12. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1216.1>.

- Mohamadu, B.J., Wan, S., Jamal, T., Mohd, F.R., Rajan, A., Sung, T. et Osumanu, H.A.** 2009. A simulation model estimates of the intercropping advantage of an immature-rubber, banana and pineapple system. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 4(3): 249-254.
- Morales, F., Viñales, E.E.F. & Calzadilla, E.** 1992. La asociación pino-piña, nueva alternativa en los sistemas agroforestales. *Revista Forestal Baracoa*.
- Morales Granados, J. & López González, J.** 2001. Manejo integrado de la mosca de la piña en Santander (*Melanoloma viatrix* Hendel). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA).
- Nath, V., Kumar, G., Pandey, S.D. et Pandey, S.** 2019. *Impact of Climate Change on Tropical Fruit Production Systems and its Mitigation Strategies*. Climate Change and Agriculture in India: Impact and Adaptation p. 129-146. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-90086-5_11
- Obando, J.Z.** 2011. *Diseño de obras de conservación de suelos para el manejo de aguas superficiales y control de cárcavas en el cultivo de piña*. Argentine. Instituto de Investigación de Costa Rica.
- Oberschelp, J., Harrand, L., Mastrandrea, C., Salto, C. et Florez, M.** 2020. *Cortinas forestales: rompevientos y amortiguadoras de deriva de agroquímicos*. EEA Concordia. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Ediciones INTA. Buenos Aires.
- Oloo, J., Makenzi, P., Mwangi, J. et Abdulrazack, A.** 2013. Dominant tree species for increasing ground cover and their distribution in Siaya County, Kenya. *IJJAIR*, 2(3): 373-377.
- Omar, A.E.-D.** 2014. Bagging of bunches with different materials influences yield and quality of Rothana date palm fruit. *Journal of Food Agriculture and Environment*, Volume 2: 520-522.
- OMM (Organisation météorologique mondiale).** 2022. *Global status of multi-hazard early warning systems: Target G*. Genève, Suisse, Bureau des Nations Unies pour la réduction des risques de catastrophes. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11333
- Organisation des Nations Unies.** 2023. Base de données Comtrade. Département des affaires économiques et sociales des Nations Unies. [Cité le 6 mars 2023]. <https://comtradeplus.un.org>
- Palencia Ortega, A.E.** 2016. *Respuestas del cultivo de piña (Ananas comosus Mer) a la aplicación de tecnologías asociadas al uso eficiente del agua en el municipio del Carmen de Bolívar*. Colombie. Universidad La Salle.
- Parker, L., Pathak, T. et Ostoja, S.** 2021. Climate change reduces frost exposure for high-value California orchard crops. *Science of the Total Environment*, 762. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143971>
- Peña, N.G.C.** 2018. *Efectos de un bloqueador solar a base de aceite vegetal sobre variables morfofisiológicas del cultivo de la piña*. Universidad de Costa Rica.

- Pérez Galarce, F.** 2016. Sistemas de alerta temprana para el control de alternaria en tomate. *Villa Alegre*, 338.
- Phrommarat, B. et Oonkasem, P.** 2021. Sustainable pineapple farm planning based on eco-efficiency and income risk: a comparison of conventional and integrated farming systems. *Applied Ecology & Environmental Research*, 19(4), 2701-2717. https://doi.org/10.15666/aeer/1904_2701_2717
- Polón, R., Ruiz, M., Dell'Amico, J., Morales, D., Jerez, E., Ramírez, M. et Maqueira, L.** 2011. Principales beneficios que se alcanzan con la práctica adecuada del drenaje agrícola. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.
- Programme des Nations Unies pour l'environnement.** 2015. Microfinance for ecosystem-based adaptation measures – Options, costs and benefits. Panama.
- Puno, G.R., Puno, R.C. et Maghuyop, I.V.** 2021. Two-dimensional flood model for risk exposure analysis of land use/land cover in a watershed. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 7(2): 225-238. <https://doi.org/10.22034/gjesm.2021.02.06>
- Quesada-Jiménez, J.** 2013. Desarrollo de procedimientos estandarizados de operación (PEO) para el manejo integrado de plagas y enfermedades del cultivo de piña *Ananas comosus* (L.) Merr. en la Región Huertar Norte de Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Ramadhani, W., Rahmat, A., Widyastuti, R., Iresha, F. et Cahyono, P.** 2021. Improvement of Ultisol soil fertility under pineapple plantation using banana cavendish rotation in Central Lampung, Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, p. 012008. IOP Publishing.
- Ramírez-Espinoza, F.** 2007. Efectividad de siete métodos de protección de la fruta de piña contra los rayos solares (*Ananas comosus*) (L.) Merr. híbrido MD2.
- Ranjan, P., Patle, G.T., Prem, M. & Solanke, K.R.** 2017b. Organic Mulching- A Water Saving Technique to Increase the Production of Fruits and Vegetables. *Current Agriculture Research Journal*, 5(3). <https://doi.org/10.12944/CARJ.5.3.17>
- Remy, S., Carvalho, L.J., Jakopic, J., et al.** 2019. Protecting fruit production from frost damage minipaper 01: Frost protection by above crown sprinkling. EIP-AGRI Focus Group. https://eu-cap-network.ec.europa.eu/sites/default/files/publication/2023-05/eip-agri_fg_renewable_energy_on_the_farm_final_report_2019_en.pdf
- Réseau international de forêts modèles.** 2019. *Trousse des forêts modèles – un manuel pratique*. Ottawa, Canada. https://imfn.net/wp-content/uploads/2019/03/Toolkit2019_Fre_All-in-One_FINAL.pdf
- Robin, G., Pilgrim, R., Jones, S. et Etienne, D.** 2011. *Caribbean Pineapple Production and Post Harvest Manual*. Caribbean Agricultural Research and Development Institute, 1-60.
- Rohrbach, K.G. et Johnson, M.W.** 2003. Pests, diseases and weeds. Dans: *The pineapple: botany, production and uses*, p. 203-251. CABI publishing Wallingford UK.

- Rosales Adame, J.J., Cuevas Guzmán, R., Gliessman, S.R. et Benz, B.F.** 2014. Estructura y diversidad arbórea en el sistema agroforestal de piña bajo sombra en el occidente de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17(1): 1-18.
- Rubina Sherpa, R.D., Sadashiv Narayan Bolbhat, Tukaram Dayaram Nikam et Suprasanna Penna.** 2022. Gamma radiation induced in-vitro mutagenesis and isolation of mutants for early flowering and phytomorphological variations in dendrobium 'Emma White'. <https://doi.org/10.3390/plants11223168>
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación).** 2n.d. Manual básico de apícola. Programa Nacional para el control de la abeja africana. In: Coordinación General de Ganadería. SAGARPA. Mexico. <https://osiap.org.mx/senasica/sites/default/files/manual%20basico%20apicultura%20sagarpa.pdf>
- Sarminah, S., Karyati, Hartono T. et Afandi, F.** 2021. Implementation of land rehabilitation to reduce soil erosion and surface runoff by sengon (*Falcataria moluccana*) and jabon (*Antocephalus cadamba*) plantation. <https://doi.org/10.2991/absr.k.220102.037>
- Sarminah, S., Sinaga, D.S.P., Crisdayanti, R. et Syafrudin, M.** 2021. Effect of organic mulch on runoff and erosion rates in abandoned land. proceedings of the joint symposium on tropical studies (JSTS-19), p. 308-314. Atlantis Press.
- Sauca, E. et Urabayen, D.** 2005. Rotaciones y asociaciones de cultivos. *Monográficos Ekonekazaritza*, (7).
- Saucedo Martínez, N. et Chávez Larios, J. A.** 2020. Sistema contra heladas, un recurso para aumentar la productividad en cultivos con entornos cerrados en el Occidente de México. [Système de protection contre le gel, une ressource pour améliorer la productivité des cultures dans les environnements fermés, à l'ouest du Mexique].
- Scheelbeek, P.F.D., Moss, C., Kastner, T. et al.** 2020. United Kingdom's fruit and vegetable supply is increasingly dependent on imports from climate-vulnerable producing countries. *Nat Food* 1, p. 705-712. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-00179-4>
- Scherr, S.J. et Sthapit S.** 2009. Mitigating climate change through food and land use. Worldwatch Report N° 179. Worldwatch Institute and EcoAgriculture Partners, Washington DC, USA.
- Schick, A., Wieners, E., Schwab, N. et Schickhoff, U.** 2018. Sustainable disaster risk reduction in mountain agriculture: Agroforestry experiences in Kaule, mid-hills of Nepal. *Climate Change, Extreme Events and Disaster Risk Reduction: Towards Sustainable Development Goals*: 249-264.
- Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) n.d.** Manual básico de apícola. Programa Nacional para el control de la abeja africana. Dans: Coordinación General de Ganadería. SAGARPA. Mexique. <https://osiap.org.mx/senasica/sites/default/files/manual%20basico%20apicultura%20sagarpa.pdf>

Seed Change. 2018. Agroforestry: diversifying farms for increased resilience in Central America. Seed Change, Canada. https://weseedchange.org/wp-content/uploads/2019/09/SeedChange_program-highlight_agroforestry-Central-America.pdf

Seguí Gil, L. et Fito Maupoey, P. 2018. An integrated approach for pineapple waste valorisation. Bioethanol production and bromelain extraction from pineapple residues. *Journal of Cleaner Production*, 172: 1224-1231. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.284>.

Seydou, T.H., Agali, A., Aissatou, S., Seydou, T.B., Issaka, L. et Ibrahim, B.M. 2023. Evaluation of the impact of seasonal agroclimatic information used for early warning and farmer communities' vulnerability reduction in Southwestern Niger. *Climate*, 11(31). <https://doi.org/10.3390/cli11020031>.

Sibaly, S. et Jeetah, P. 2017. Production of paper from pineapple leaves. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 5(6): 5978-5986. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2017.11.026>

Siebeneichler, S., Santos, E., Veloso, R., Pereira, M., Brito, R., Souza, C., Oliveira, F., Barilli, J. et Ribeiro, M. 2019. Intercropping pineapple with rice or cowpea: An alternative for family farming in the State of Tocantins, Brazil. *Journal of Agricultural Science*, 11(4).

Sikirica, N. 2011. Water footprint assessment bananas and pineapples. *Dole Food Company, Soil & More International*. Tinbergen. Royaume des Pays-Bas.

Singh, R. 2023. Wind Erosion. Dans: R. Singh, dir. pub. *Soil and Water Conservation Structures Design*, p. 297-322. Singapour, Springer Nature Singapore.

Sloand, E., Killion, C., Gary, F., Dennis, B., Glass, N., Hassan, M., Campbell, D. et Callwood, G. 2015. Barriers and facilitators to engaging communities in gender-based violence prevention following a natural disaster. *J Health Care Poor Underserved*, 26(4). <https://doi.org/10.1353/hpu.2015.0133>.

Soler, A., Marie-Alphonsine, P.A., Quénéhervé, P., Prin, Y., Sanguin, H., Tisseyre, P., Daumur, R. et al. 2021a. Field management of *Rotylenchulus reniformis* on pineapple combining crop rotation, chemical-mediated induced resistance and endophytic bacterial inoculation. *Crop Protection*: 105446-101016.

Soler A., N.T., Masson J., Hoarau I., Tisserand G., Thuriès L., Rostislavleva, K., Zhang, L. et al. 2020. Livret technique ANANABIO: Innovations techniques pour la culture de l'ananas en agriculture biologique à la Réunion. [Cité le 15 juin 2023]. https://www.researchgate.net/publication/349502240_Livret_technique_ANANABIO_Innovations_techniques_pour_la_culture_de_l%27ananas_en_agriculture_biologique_a_la_Reunion

Sthapit, B.R.; Ramanatha Rao, V. et Sthapit, S.R. 2012. Tropical fruit tree species and climate change. Bioversity International. 142 p. ISBN: 978-92-9043909-7. <https://cgspace.cgiar.org/items/d7230c3b-5777-4734-a4f3-d35f2a37a7b7>

- Teem, J.L., Alphey, L., Descamps, S., Edgington, M.P., Edwards, O., Gemmell, N., Harvey-Samuel, T. et al.** 2020. Genetic biocontrol for invasive species. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.00452>
- Uno, Y., Okubo, H., Itoh, H. et Koyama, R.** 2016. Reduction of leaf lettuce tip burn using an indicator cultivar. *Scientia Horticulturae*, 210: 14-18. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.07.001>
- Usubharatana, P. et Phunggrassami, H.** 2017. Evaluation of opportunities to reduce the carbon footprint of fresh and canned pineapple processing in central Thailand. *Polish Journal of Environmental Studies*, 26(4): 1725-1735. <https://doi.org/10.15244/pjoes/69442>
- Valleser, V.C.** 2023. Applications and effects of phytohormones on the flower and fruit development of pineapple (*Ananas comosus* L.). *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 10(1): 77-86.
- Vásquez, R., Ballesteros, H., Castañeda, S., Riveros, L., Ortega, C. et Calvo, N.** 2011. Polinización dirigida con abejas *Apis mellifera*: Tecnología para el mejoramiento de la producción de cultivos con potencial exportador. Bogotá: Corpoica.
- Verma, V.M.** 2018. Pineapple cultivation guide, Micronesia plant propagation Research Centre Kosrae agricultural experiment station cooperative research and extension college of micronesia-fsm. www.discover-suriname.com/downloads/pineapple-cultivation-guide.pdf
- Wang, K., Sipes, B. et Schmitt, D.** 2003. Intercropping cover crops with pineapple for the management of *Rotylenchulus reniformis*. *The Journal of Nematology*, 35(1): 39-47.
- Williams, P.A., Crespo, O., Atkinson, C.J. et Essegbey, G.O.** 2017. Impact of climate variability on pineapple production in Ghana. *Agriculture & Food Security*, 6(1): 26. <https://doi.org/10.1186/s40066-017-0104-x>
- Williams, P.A., Larbi, R.T., Yeboah, I. et Frempong, G.K.** 2018. Smallholder farmers' experiences of climate variability and change on pineapple production in Ghana: examining adaptation strategies for improved production. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development*, 10(2): 35-43. <https://doi.org/10.5897/jaerd2017.0919>
- Zhang, D. et Guo, P.** 2016. Integrated agriculture water management optimization model for water saving potential analysis. *Agricultural Water Management*, 170: 5-19. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.11.004>
- Zhang, Y., Wenxiu, Y., Zhao, W. et Yang, X.** 2022. Expandable polyethylene bag can improve fruit quality of pineapple cv. 'MD-2'. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20210665>

Tableau 9.

- Carillo, E.V.** 2011. Guide for integrated pest identification and management in pineapple. Université agricole du Kerala. 6.8 p.;
- Cubero Fernández, D. et Sandí Meza, V.** 2014. Técnicas agroambientales para el manejo del cultivo de la piña. (N° 634.774 C962t). Ministerio de Agricultura de Costa Rica.
- Culik, M. P. et Ventura, J. A.** 2009. New species of *Rhinoleucophenga*, a potential predator of pineapple mealybugs. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 44, 417-420.
- Espinosa, M.R., Carvajal, L.M., Reza García, S.d.I.C., Melo Zipaçon, W.F., Bolaños Benavides, M.M., Martínez Reina, A.M., Rodríguez Borray, G., Ospina Parra, C.E. et Abril Castro, J.L.** 2016. Plan de manejo agroclimático integrado del sistema productivo de piña (*Ananas comosus*): municipio de el Peñón departamento de Bolívar. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27610.44480>.
- Husin, N. et Sapak, Z.** 2022. *Bacillus cereus* for controlling bacterial heart rot in pineapple var. MD2. *Tropical Life Sciences Research*, 33(1): 77.
- Joy, P. et Sindhu, G.** 2012. Diseases of pineapple (*Ananas comosus*): Pathogen, symptoms, infection, spread and management. [Consulté le 15 juin 2023]. www.researchgate.net/publication/306017784_DISEASES_OF_PINEAPPLE_Ananas_comosus_Pathogen_symptoms_infection_spread_management.
- Joy, P., Anjana, R. et Soumya, K.** 2013. Pests of pineapple and their management. Pineapple Research Station. Kerala Agricultural University. India.
- Quesada-Jiménez, J.** 2013. Desarrollo de procedimientos estandarizados de operación (PEO) para el manejo integrado de plagas y enfermedades del cultivo de piña *Ananas comosus* (L.) Merr. en la Región Huertar Norte de Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Rohrbach, K.G. et Johnson, M.W.** 2003. Pests, diseases and weeds. In: *The pineapple: botany, production and uses*, pp. 203-251. CABI publishing Wallingford UK.
- Soler, A., Marie-Alphonsine, P., Quénéhervé, Q., Prin, Y., Sanguin, H., Tisseyre, P., Daumur, R. et al.** 2021b. Field management of *Rotylenchulus reniformis* on pineapple combining crop rotation, chemical-mediated induced resistance and endophytic bacterial inoculation. *Crop Protection*, 141: 105446. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105446>.
- Vásquez Ayala, O.** 2000. Manejo de cochinilla (*Dysmicoccus brevipes*) en el cultivo de piña orgánica en la zona del Lago de Yojoa, Honduras (Management of cochineal [*Dysmicoccus brevipes*] in organic pineapple cultivation in the Lake Yojoa area, Honduras). Doctoral dissertation. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras

Tableau 10.

- Arce, A., Hernández, C. et Amador, R.** 2014. Determinación de la cantidad y composición de biogás a partir del rastrojo de piña (*Ananas comosus*) por medio de un sistema continuo de laboratorio. San José: ICE.
- Chintagunta, A.D., Ray, S. et Banerjee, R.** 2017. An integrated bioprocess for bioethanol and biomanure production from pineapple leaf waste. *Journal of Cleaner Production*, 165: 1508-1516. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.179>
- Gutiérrez, D. Y. M., Guerra, M. V. T. et Pinzón, M. E. T.** 2015. Propiedades físicas, químicas y mecánicas de la piña Golden y Mayanés utilizada para la indumentaria en Bogotá (Physical, chemical and mechanical properties of the Golden and Mayanés pineapple used for clothing in Bogotá). *Teoría y praxis investigativa*, 8(2), 32-43.
- Irías-Mata, A.P. y Lutz, G.** 2014. Pineapple-stover derived furan compounds as gasoline oxygenate additive. *Cuadernos de Investigación UNED*, 5(2): 279-282.
- Kumar, P., Tanwar, R., Gupta, V., Upadhyay, A., Kumar, A. et Gaikwad, K. K.** 2021. Pineapple peel extract incorporated poly (vinyl alcohol)-corn starch film for active food packaging: Preparation, characterization and antioxidant activity. *International Journal of Biological Macromolecules*, 187, 223-231.
- Seguí Gil, L. et Fito Maupoey, P.** 2018. An integrated approach for pineapple waste valorisation. Bioethanol production and bromelain extraction from pineapple residues. *Journal of Cleaner Production*, 172: 1224-1231. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.284>
- Sibaly, S. et Jeetah, P.** 2017. Production of paper from pineapple leaves. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 5(6): 5978-5986. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2017.11.026>

CONTACTEZ-NOUS

Projet Fruits responsables

Responsible-Fruits@fao.org
<https://bit.ly/responsible-fruits>

Division des marchés et du commerce

www.fao.org/markets-and-trade

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
Rome, Italie

Soutenu par:



Ministère fédéral
de l'Alimentation
et de l'Agriculture