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

COMMISSION DES
RESSOURCES GÉNÉTIQUES
POUR L'ALIMENTATION ET
L'AGRICULTURE

Guide pratique pour la mise en œuvre des Normes applicables aux banques de gènes pour les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture

Conservation dans les banques de gènes en champ



Guide pratique pour la mise en œuvre des Normes applicables aux banques de gènes pour les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture

Conservation dans les banques de gènes en champ

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
Rome, 2023

Citer comme suit:
FAO. 2023. *Guide pratique pour la mise en oeuvre des Normes applicables aux banques de gènes pour les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture: Conservation dans les banques de gènes en champ.* Commission des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture. Rome. https://doi.org/10.4060/cc0023fr

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.

ISBN 978-92-5-138240-0
© FAO, 2023

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 [Anglais] 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

Avant-propos		v
Remerciements		vii
Préface		ix
1.	Introduction	1
2.	Choix du site de la banque de gènes en champ	9
3.	Acquisition du matériel génétique	15
	3.1. Matériel génétique acquis par des missions de collecte	19
	3.2 Matériel génétique acquis par transfert/donation	24
4.	Établissement des collections en champ	27
5.	Gestion du champ	35
6.	Régénération et propagation	41
7.	Caractérisation	49
8.	Évaluation	55
9.	Documentation	61
10.	Distribution	67
11.	Duplication de sécurité	75
12.	Personnel et sécurité	81
13.	Infrastructures et équipements	87
14.	Références	93
15.	Informations/lectures complémentaires	97
Annexe: Risques et mesures d'atténuation associées		105

Tableaux

Tableau 1. Principes fondamentaux du fonctionnement d'une banque de gènes et pratiques/activités connexes pour les banques gènes au champ 6

Tableau 2. Infrastructures et équipements généraux recommandés pour une banque de gènes en champ 90

Figures

Figure 1. Processus liés à la conservation dans une banque de gènes en champ 4

Figure 2. Itinéraire du matériel génétique dans une banque de gènes en champ 7

Figure 3. Résumé du déroulement des opérations et des activités liées au choix du site de la banque de gènes en champ 14

Figure 4. Résumé du déroulement des opérations et des activités liées à l'acquisition de matériel génétique 26

Figure 5. Résumé du déroulement des opérations et des activités liées à l'établissement des collections en champ 33

Figure 6. Résumé du déroulement des opérations et des activités liées à la gestion du champ 40

Figure 7. Résumé du déroulement des opérations et des activités liées à la régénération et la propagation 47

Figure 8. Résumé du déroulement des opérations et des activités liées à la caractérisation 54

Figure 9. Résumé du déroulement des opérations et des activités liées à l'évaluation 60

Figure 10. Résumé du déroulement des opérations et des activités liées à la documentation 66

Figure 11. Résumé du déroulement des opérations et des activités liées à la distribution du matériel génétique 73

Figure 12. Résumé du déroulement des opérations et des activités liées à la duplication de sécurité du matériel génétique 80

Figure 13. Résumé du déroulement des opérations et des activités concernant le personnel et la sécurité 86

Encadré

Encadré 1. Liste minimale des descripteurs de passeport 22

Avant-propos

La communauté internationale du développement et les gouvernements conjuguent leurs efforts afin d'atteindre les objectifs de développement durable (ODD), y compris, d'ici 2030, l'éradication de la faim. L'impératif de générer et de diffuser des solutions qui fonctionnent pour les agriculteurs comme moyen d'atteindre les ODD constitue la toile de fond du Cadre stratégique 2022-2031 de la FAO. Ce cadre stratégique vise à transformer les systèmes agricoles et alimentaires sous-optimaux actuels pour les rendre plus efficaces, inclusifs, résilients et durables, comme le prévoient ses quatre aspirations: une meilleure production, une meilleure nutrition, un meilleur environnement et une vie meilleure.

Environ 80 pour cent des aliments étant d'origine végétale, ces efforts bénéficieront grandement de systèmes de production végétale durables, qui génèreront des rendements accrus d'aliments nutritifs obtenus avec moins d'intrants externes qu'aujourd'hui, même sous des scénarios d'aggravation du changement climatique. Ces systèmes reposent essentiellement sur un ensemble diversifié de variétés culturales supérieures de plus en plus économes en intrants, nutritives, adaptées aux agroécologies ciblées et résistantes aux stress biotiques et abiotiques. Il est nécessaire que les phytosélectionneurs aient accès au spectre le plus large possible de sources de variations héréditaires afin de créer de telles variétés. Les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture (RPGAA) – qui comprennent les espèces culturales améliorées, les variétés/races locales des agriculteurs et les espèces sauvages apparentées aux espèces cultivées – sont les sources de ces variations. La sauvegarde des RPGAA caractérisées et documentées dans des banques de gènes est un moyen fiable d'assurer leur disponibilité pour les générations actuelles et futures – tant pour l'utilisation directe que pour la recherche et la sélection végétale.

La FAO et ses partenaires ont conscience de l'importance cruciale de l'efficacité des opérations des banques de gènes pour la durabilité des systèmes de production végétale. En outre, compte tenu de l'interdépendance mondiale des RPGAA, favorisée par l'échange de matériel génétique, la nécessité d'harmoniser les procédures des banques de gènes a toujours été au premier plan des travaux de la FAO sur la conservation et l'utilisation durable des RPGAA. C'est pourquoi, la FAO au travers de sa Commission des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture, a publié en 2014 les *Normes applicables aux banques de gènes pour les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture* (Normes applicables aux banques de gènes). Ces Normes applicables aux banques de gènes présentent des normes internationales pour la conservation *ex situ* des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture dans les banques de gènes de semences, les collections en champ, par culture *in vitro* et par cryoconservation.

D'après les utilisateurs des banques de gènes, l'utilité de ces Normes applicables aux banques de gènes, considérées comme un document de référence majeur, ne pourrait qu'être renforcée par l'élaboration de volumes complémentaires qui détailleraient pas à pas les opérations du flux du travail des banques de gènes et conseilleraient quant aux étapes complexes et aux décisions requises. En réponse à ces commentaires, la FAO a élaboré un *Guide pratique pour la mise en œuvre des Normes applicables aux banques de gènes pour les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture: Conservation dans les banques de gènes en champ.* En parallèle, ont été élaborés un *Guide pratique pour la mise en œuvre des Normes applicables aux banques de gènes pour les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture: Conservation des semences orthodoxes dans les banques de gènes de semences* et un *Guide pratique pour la mise en œuvre des Normes applicables aux banques de gènes pour les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture: Conservation par culture* in vitro.

Ces volumes complémentaires, rédigés dans un format facile à comprendre, seront utiles aux techniciens des banques de gènes en tant que manuels opérationnels, aux gestionnaires des banques de gènes en tant que matériel didactique simplifié et à tous ceux qui s'intéressent aux opérations des banques de gènes en tant que matériel de référence pratique.



Jingyuan Xia
Directeur
Division de la production végétale
et de la protection des plantes

Remerciements

Le *Guide pratique pour la mise en œuvre des Normes applicables aux banques de gènes pour les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture: Conservation dans les banques de gènes en champ* a été produit par la Division de la production végétale et de la protection des plantes de la FAO sous la supervision de M. Chikelu Mba. À sa dix-huitième session ordinaire, du 27 septembre au 1er octobre 2021, la Commission des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture de la FAO (Commission) a approuvé les orientations fournies par l'organe et les nombreuses et précieuses contributions de ses membres qui sont vivement remerciés.

Contributeurs

Bonnie Furman, Stefano Diulgheroff, Arshiya Noorani and Chikelu Mba
Organisation de Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

Andreas Wilhelm Ebert, Mary Bridget Taylor, Catherine Gold et le Global Crop Diversity Trust méritent une mention spéciale pour leurs contributions significatives à l'élaboration de ce guide pratique. Les membres de la Commission et de la plateforme des banques de gènes du CGIAR ont également apporté leur contribution, ainsi que plusieurs personnes, en particulier Adriana Alercia, Joelle Braidy, Nora Castaneda-Alvarez, Paula Cecilia Calvo, Mirta Culek, Axel Diederichsen, Lucia de La Rosa Fernandez, Lianne Fernandez Granda, Luigi Guarino, Jean Hanson, Fiona Hay, Remmie Hilukwa, Visitación Huelgas, Yalem Tesfay Kahssay, Simon Linington, Charlotte Lusty, Medini Maher, Matlou Jermina Moeaha, Mina Nath Paudel, William Solano, Mohd Shukri Bin Mat Ali, Janny van Beem et Ines Van den Houwe.

Nous remercions tout particulièrement Alessandro Mannocchi pour la conception et la mise en page de cette publication. Merci également à Mirko Montuori, Dafydd Pilling

et Suzanne Redfern pour leurs contributions. La préparation et la publication de ce guide pratique ont été rendues possibles grâce à la contribution de nombreuses autres personnes. La FAO les remercie très sincèrement pour leur temps, leur engagement et leur expertise.

Préface

La conservation *ex situ* des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture (RPGAA) dans des banques de gènes vise leur sauvegarde en vue de leur utilisation actuelles et future – à la fois directement par les utilisateurs finaux et en tant que matériel pour la recherche et la sélection végétale. Les banques de gènes contribuent donc, au final, à la durabilité des systèmes de production végétale et ainsi, à la sécurité alimentaire et à la nutrition. C'est pourquoi, il convient que les banques de gènes soient gérées efficacement afin de conserver ces ressources dans les meilleures conditions et les rendre exploitables.

Les banques de gènes jouent également un rôle majeur en favorisant la collaboration mondiale sur les RPGAA grâce à l'échange de matériel génétique, même au-delà des frontières nationales. Les *Normes applicables aux banques de gènes pour les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture* (Normes applicables aux banques de gènes), publiées en 2014, visent à harmoniser, entre les banques de gènes et les pays, les opérations des banques de gènes, c'est-à-dire l'entreposage des accessions, leur caractérisation, leur évaluation et la documentation des données connexes. Ces Normes applicables aux banques de gènes constituent la référence pour les meilleures pratiques scientifiques et techniques actuelles.

Pour répondre au besoin identifié d'articuler les différentes activités des flux opérationnels de routine des banques de gènes, nous avons rédigé un *Guide pratique pour la mise en œuvre des Normes applicables aux banques de gènes pour les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture: Conservation dans les banques de gènes en champ*. Approuvé par la Commission des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture de la FAO lors de sa dix-huitième session ordinaire en 2021, ce guide pratique présente les informations contenues dans les Normes applicables aux banques de gènes dans un format déroulant progressivement les étapes du flux

d'activités des banques de gènes. La suite de processus interdépendants présentés se fonde sur les principes fondamentaux sous-tendant la gestion des banques de gènes, à savoir: l'identification des accessions; le maintien de la viabilité; le maintien de l'intégrité génétique pendant l'entreposage et la régénération; le maintien de la santé du matériel génétique; la sécurité physique des collections; la disponibilité, la distribution et l'utilisation du matériel génétique; la disponibilité de l'information; et la gestion proactive.

Les sections incluses dans ce guide pratique sont: choix du site de la banque de gènes en champ; acquisition du matériel génétique; établissement des collections en champ; gestion du champ; régénération et propagation; caractérisation; évaluation; documentation; distribution, duplication de sécurité et; personnel et sécurité. Un résumé du déroulement des opérations et des activités associées illustre chacune de ces sections. Une section supplémentaire examine les infrastructures et les équipements suggérés pour concevoir ou modifier les installations d'une banque de gènes en champ. Une dernière section liste des références présentant des conseils et/ou un contexte technique sur les opérations et la gestion des banques de gènes en champ. Une annexe identifie les risques potentiels associés aux différentes opérations de la banque de gènes en champ et les mesures d'atténuation respectives.

Ce guide pratique fait partie d'une série de publications conçues pour l'accompagnement des Normes applicables aux banques de gènes et destinées à faciliter leur mise en œuvre à plus grande échelle. Les gestionnaires de banques de gènes peuvent utiliser ce guide pratique comme base pour le développement de procédures opérationnelles standardisées, de systèmes de gestion de la qualité ou, simplement, comme manuel.

1. Introduction





Collection en champ de manguiers en fleur, Inde

Parmi les cultures de plein champ, horticoles ou les espèces agroforestières, nombreuses sont celles difficiles, voire impossibles, à conserver sous forme de semences. Les raisons sont qu'elles ne produisent que des semences récalcitrantes à courte durée de vie lors du stockage des semences, ou que la production de semences prend de nombreuses années (cas de nombreuses espèces arboricoles), ou qu'elles ne produisent pas de semences du tout, ne pouvant être multipliées que par voie végétative. Citons aussi d'autres cas comme les mâles des espèces dioïques et les plantes rares menacées par le surpâturage et manquant donc de temps pour produire des semences avant la disparition totale de la population. Les principaux types de plantes conservées dans les banques de gènes en champ sont: les plantes à racines et tubercules telles la pomme de terre, le manioc, l'igname, la patate douce, le taro et les bananiers; les espèces d'arbustes et d'arbres subtropicaux et tropicaux tels le caféier, le cacaoyer, l'hévéa, le cocotier, le palmier pêche, l'arbre à pain, le manguier et les agrumes; de nombreux arbres fruitiers tempérés tels la vigne, l'abricotier, le pommier, le cerisier et le poirier; les graminées vivaces telles que la canne à sucre; et les alliums (ail, échalote). En outre, bien que certaines des espèces conservées de cette manière soient sexuellement fertiles, il n'est souvent pas pratique de les propager à partir de leurs graines en raison de leur hétérozygotie génétique; les sélectionneurs et les horticulteurs ayant généralement besoin de clones uniformes. La conservation dans des banques de gènes en champ offre une option pour ces espèces.

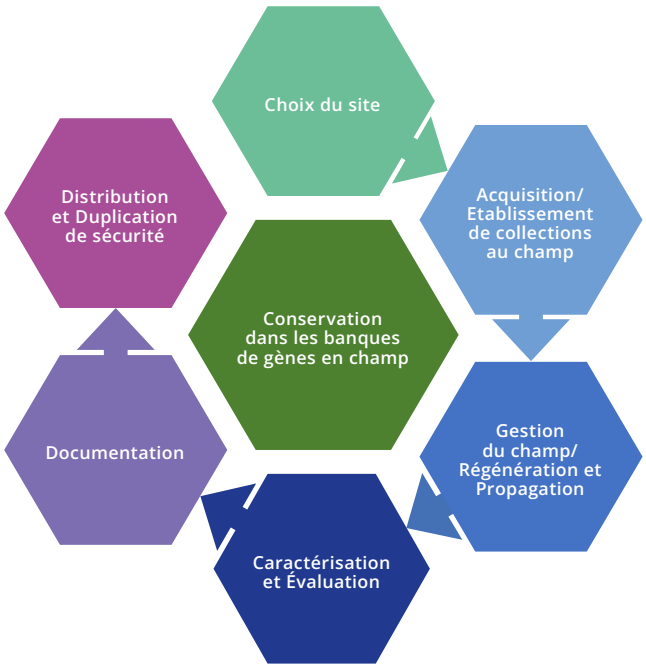
Dans les banques de gènes en champ, les ressources phytogénétiques sont conservées sous forme de plantes vivantes qui connaissent une croissance continue et nécessitent un entretien constant. La culture de ces espèces en champ rend cruciale les questions de santé des matériels génétiques, obligeant à un suivi et un dépistage réguliers des maladies et à l'application de mesures de contrôle, afin de les garder exempts de maladies. Mais les banques de gènes en champ ont l'avantage d'offrir un accès facile

au matériel conservé pour la caractérisation, l'évaluation, la recherche et la formation. Les utilisateurs de matériel génétique peuvent aussi visiter les collections et examiner les plantes aux stades végétatif et reproductif. Le matériel végétatif est facilement disponible pour la distribution du matériel génétique.

Les banques de gènes en champ reposent sur les mêmes principes que les autres banques de gènes, à savoir l'identification des accessions, le maintien de la viabilité, le maintien de l'intégrité génétique pendant l'entreposage et la régénération, le maintien de la santé du matériel génétique, la sécurité physique des collections, la disponibilité, la distribution et l'utilisation du matériel génétique, la disponibilité de l'information et la gestion proactive (FAO, 2014: chapitre 2).

La conservation dans les banques de gènes en champ peut être décomposée en une série de processus interdépendants (figure 1). Ce guide pratique pour la conservation dans les banques de gènes en champ présente les pratiques et les activités essentielles[1] liées aux principes fondamentaux d'une banque de gènes dans chaque domaine opérationnel (tableau 1). Il décrit l'itinéraire du matériel génétique dans une banque de gènes en champ (figure 2), et soutient l'application des *Normes relatives aux banques*

Figure 1. Processus liés à la conservation dans une banque de gènes en champ



[1] Les opérations et les activités sont conformes aux meilleures pratiques décrites dans les Normes applicables aux banques de gènes.

de gènes pour les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture (Normes relatives aux banques de gènes) (FAO, 2014)[2]. L'objectif de ce guide est de présenter les informations contenues dans les Normes applicables aux banques de gènes pour en faciliter une large application en détaillant les différentes actions du flux de travail de la banque de gènes. Les banques de gènes peuvent utiliser les activités décrites dans ce guide comme base pour l'élaboration de procédures opérationnelles normalisées (SOP) (par ex. IITA, 2012) et de systèmes de gestion de la qualité (SGQ) (CGIAR Genebank Platform, 2021) pour la conservation des collections de matériel génétique, en définissant précisément la manière de mener à bien chaque activité.

Cet ouvrage ne fournit que des orientations générales sur les étapes et décisions complexes requises pour le fonctionnement d'une banque de gènes en champ. Chaque banque de gènes œuvrant dans des circonstances qui lui sont propres, une gestion efficace des collections particulières nécessitera un examen minutieux et des ajustements de procédure issus de l'expérience. Pour obtenir des spécifications techniques détaillées concernant les étapes décrites dans ce guide, le personnel de la banque de gènes devra consulter diverses sources d'information, dont certaines sont mentionnées dans cet ouvrage.

[2] Toutes les normes référencées dans ce document sont décrites dans les Normes de la FAO applicables aux banques de gènes.

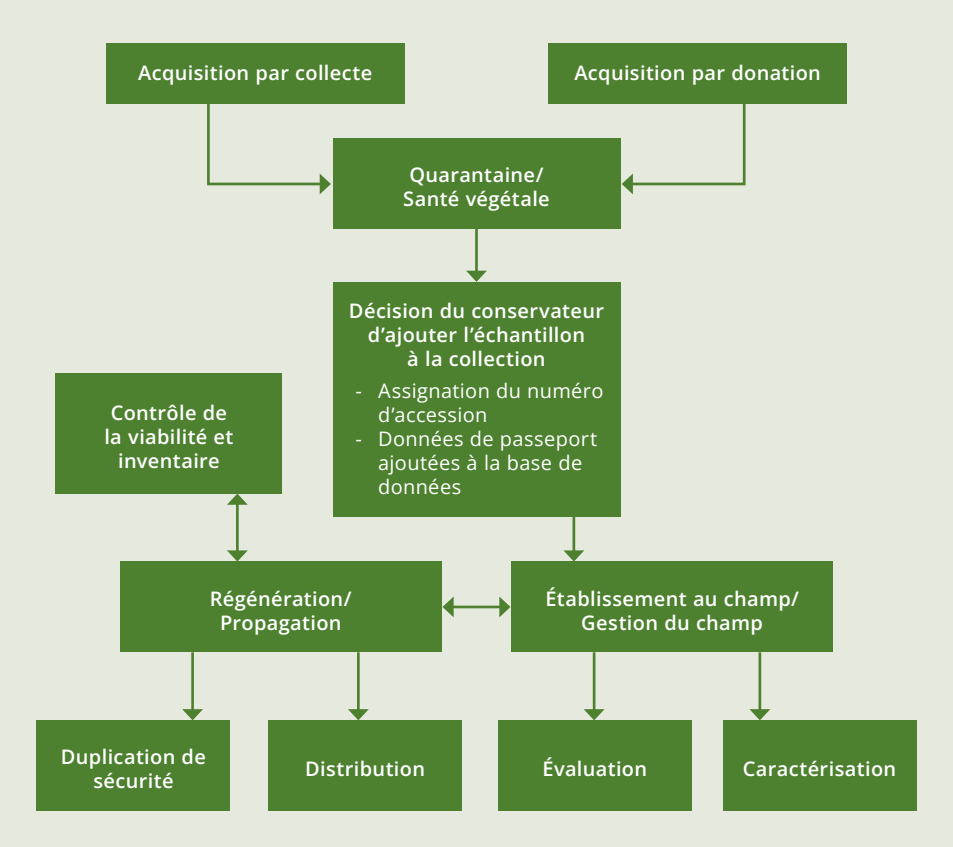
Tableau 1. Principes fondamentaux du fonctionnement d'une banque de gènes et pratiques/activités connexes pour les banques gènes au champ

Principe fondamental de la banque de gènes	Revue des pratiques/activités connexes
Identité des accessions	Données de passeport collectées et enregistrées Identité taxonomique vérifiée Numéro d'accession permanent et unique attribué et utilisé pour toute documentation Accessions manipulées avec précaution pour éviter les mélanges, et chaque échantillon marqué et tracé dans toutes les opérations de la banque de gènes au champ, en serre ou sous abri
Maintien de la viabilité	Respect des meilleures pratiques et optimisation du calendrier lors de la collecte, du traitement, de l'introduction au champ et des pratiques de culture, de la régénération et du transport Optimisation et contrôle des conditions au champ Contrôle régulier de la santé végétale Régénération et propagation entreprises si nécessaire
Maintien de l'intégrité génétique	Collecte et conservation des échantillons afin qu'ils soient les plus représentatifs possible de la population d'origine Terrain situé dans un endroit qui minimise le flux de gènes et la contamination génétique Respect des meilleures pratiques en matière de collecte, de traitement, d'introduction au champ et de pratiques culturales, de régénération, de propagation et de transport
Maintien de la santé du matériel génétique	Procédures de quarantaine mises en œuvre le cas échéant Respect des meilleures pratiques en matière de collecte, de traitement, d'introduction et de gestion au champ, de culture, de régénération et de transport Contrôle et gestion des maladies et des ravageurs
Sécurité physique des collections	Élaboration et mise en œuvre d'une stratégie de gestion des risques Localisation du site sûre Installation et entretien des infrastructures appropriées pour les banques de gènes Duplication et sauvegarde de sécurité des accessions
Disponibilité et utilisation du matériel génétique	Acquisition et distribution du matériel génétique conformément aux obligations légales et phytosanitaires Stocks suffisants et expédition efficace et rapide des échantillons Documentation pertinente fournie aux destinataires du matériel de la banque de gènes
Disponibilité de l'information	Système de gestion de l'information de la banque de gènes en place Données de passeport et de gestion des accessions sécurisées par des sauvegardes régulières des données Données de passeport et autres données pertinentes disponibles et accessibles aux utilisateurs externes, si possible

Tableau 1 *(Suite)*

Principe fondamental de la banque de gènes	Revue des pratiques/activités connexes
Gestion des banques de gènes proactive	Procédures opérationnelles normalisées élaborées et mises à la disposition du personnel Données et informations générées par les activités de la banque de gènes mises à la disposition des gestionnaires et du personnel Emploi d'un personnel bien formé protégé par des mesures de sécurité et de santé au travail Capacités du personnel de la banque de gènes actualisées et formation assurée si nécessaire

Figure 2. Itinéraire du matériel génétique dans une banque de gènes en champ
Note: Chaque étape a sa propre documentation



2. Choix du site de la banque de gènes en champ





Collection de vignes, Arménie

Il convient que la banque de gènes se dote de politiques et/ou procédures écrites, selon le cas, pour la sélection et l'acquisition du terrain de la banque de gènes en champ, prenant en compte le respect des réglementations et obligations légales[3].

✔ **Le site de la banque de gènes en champ présente des conditions agroécologiques aussi proches que possible de l'environnement d'où provient le matériel végétal conservé[4]**

Il est important de choisir un terrain dont le climat, l'altitude et le sol offrent des conditions appropriées pour une bonne adaptation et une bonne croissance des plantes. Ainsi, le risque de perdre des plantes à cause d'une mauvaise adaptation sera réduit; ce qui se produirait si les environnements d'origine étaient substantiellement différents de celui de la banque de gènes. L'existence d'une production commerciale de la (des) culture(s) cible(s) à proximité peut être un indicateur utile des conditions de croissance appropriées.

✔ **La localisation du site minimise les risques de catastrophes naturelles et d'origine humaine[5]**

La sécurité de la collection est une priorité pour chaque banque de gènes. Il est nécessaire d'entreprendre une évaluation des risques pour s'assurer que les catastrophes naturelles et d'origine humaine ne menacent pas la sécurité physique des collections sur le site de la banque de gènes choisi. Les considérations de sécurité à prendre en compte lors du choix du site sont:

---

3 Voir la figure 3 à la fin de cette section pour un résumé des opérations et des activités relatives au choix du site de la banque de gènes en champ.

4 Normes 5.1.1.

5 Normes 5.1.2.

- de maintenir une distance de sécurité d'au moins 10 km de rayon par rapport aux volcans actifs pour éviter les dommages causés par les coulées de lave et les rochers,
- d'éviter les zones fréquemment sur la trajectoire d'ouragans, de typhons ou d'avalanches de neige,
- d'éviter les zones proches d'établissements humains susceptibles d'être affectés par des conflits civils,
- de choisir un endroit où la culture cible n'a pas été cultivée récemment, afin d'éviter une forte infestation de maladies ou de ravageurs majeurs qui pourraient causer des pertes de plantes ou rendre la gestion des maladies et des ravageurs très coûteuse.

✔ **Le site minimise le risque de flux génétique et de contamination par les cultures et les populations sauvages de la même espèce et d'espèces apparentées susceptibles de se croiser avec les espèces conservées, maintenant ainsi l'intégrité génétique**[6]

Les espèces à pollinisation croisée utilisées pour produire des semences destinées à être distribuées nécessitent une distance d'isolement de sécurité afin d'éviter l'impact potentiel du flux génétique et de la contamination par les cultures commerciales voisines ou les populations sauvages de la même espèce.

✔ **Le site est sûr à long terme (au moins 50 ans) grâce à un renouvellement écrit et garanti ou à un régime foncier officiel**[7]

L'établissement d'une banque de gènes en champ plantée d'espèces d'arbres ou d'arbustes est un investissement à long terme. Il est important d'étudier le plan local d'urbanisme de la région pour éviter de choisir des sites proches d'une ville susceptibles d'être affectés à d'autres activités à l'avenir.

✔ **Si possible, le site offre suffisamment d'espace pour une expansion future pour, éventuellement, accueillir de nouvelles accessions après la création de la banque de gènes en champ**

✔ **Le terrain choisi pour la banque de gènes en champ se prête au paillage mécanisé et à l'application d'engrais et de pesticides**

Il est important que le site ait un accès facile à une source d'eau pour les applications de pesticides nécessaires et, le cas échéant, pour une irrigation complémentaire.

6 Normes 5.1.3.

7 Normes 5.1.4.

✔ **Le site est facilement accessible au personnel en charge de la conservation et aux ouvriers agricoles[8] et permet l'accès aux installations en pépinière pour la propagation et la culture des plantes**

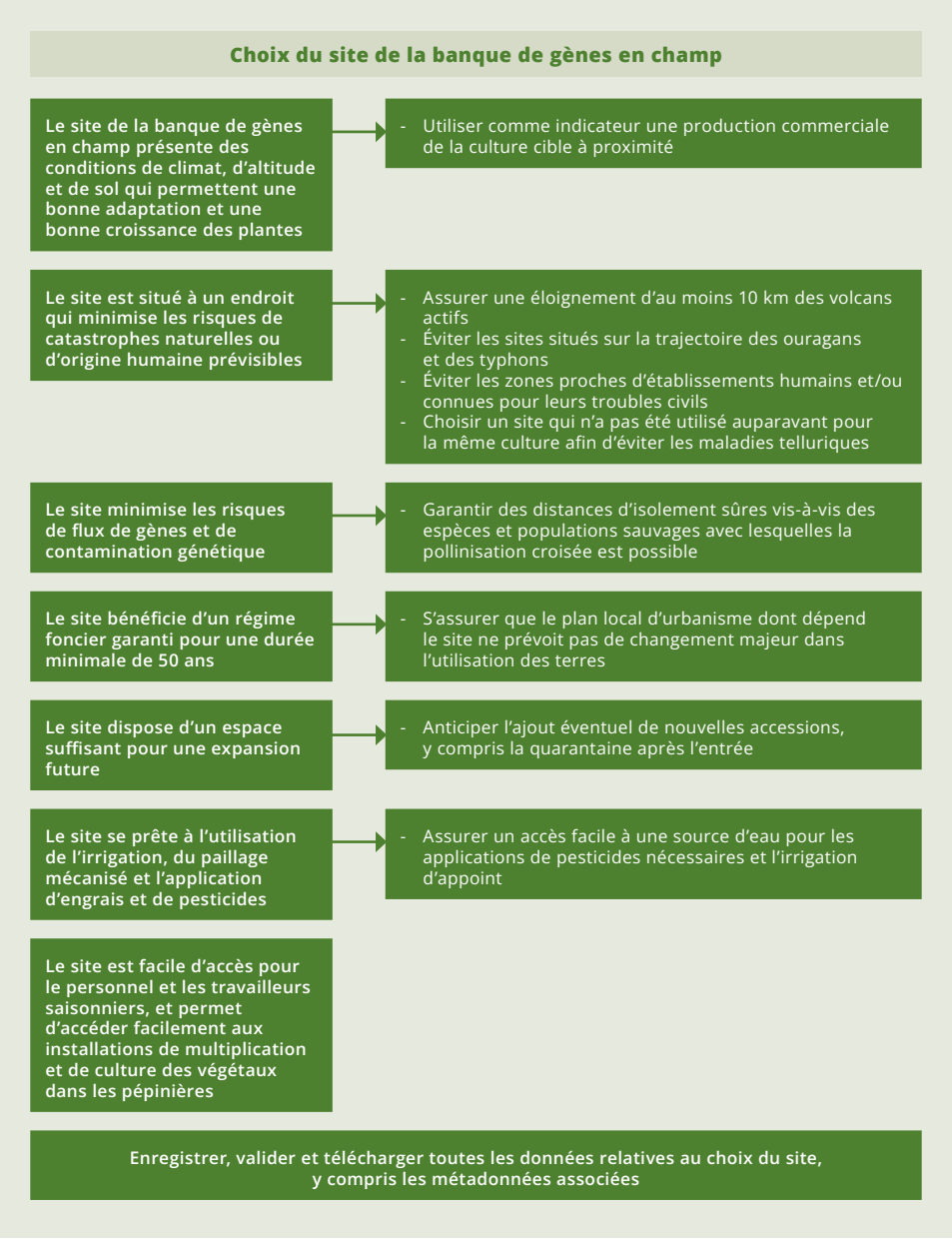
Un accès physique aisé aux installations du site de la banque de gènes en champ facilite la gestion des champs et des plantes ainsi que le suivi régulier.

✔ **Toutes les données relatives à l'acquisition, y compris les métadonnées associées, sont enregistrées, validées et téléchargées vers le système de gestion de l'information de la banque de gènes**

Les données à prendre en compte sont la situation géographique et les limites, la pente, les informations climatiques et tout accord juridique sur le régime foncier, etc. Envisager l'utilisation d'appareils électroniques pour éviter les erreurs de transcription et faciliter le téléchargement. À défaut, l'utilisation d'une encre indélébile (ou d'un crayon) et d'une écriture claire et lisible sont nécessaires lors de l'enregistrement des données. L'emploi d'étiquettes et de lecteurs de codes-barres facilite la gestion des entrées et minimise les erreurs humaines.

[8] Normes 5.1.5.

Figure 3. Résumé du déroulement des opérations et des activités liées au choix du site de la banque de gènes en champ



3. Acquisition du matériel génétique





©Crop Trust/Neil Palmer

Boutures de taro, Fidji

Il convient que la banque de gènes se dote de politiques et/ou procédures écrites, selon le cas, pour l'acquisition de matériel génétique prenant en compte le respect des réglementations et obligations légales, phytosanitaires et autres[9].

✔ **Les décisions d'accepter du matériel génétique dans la collection d'une banque de gènes sont guidées par la politique d'acquisition de l'institut**

L'élaboration d'une politique d'acquisition garantit que les collections restent gérables et répondent aux besoins des utilisateurs (Guarino, Rao et Reid, eds., 1995).

- Les conservateurs de la banque de gènes peuvent prendre l'avis de sélectionneurs, de botanistes et autres scientifiques avant de décider de nouvelles acquisitions. Les instituts peuvent également avoir un comité consultatif général ou spécifique d'une culture.
- L'état de santé et de viabilité des échantillons collectés ou donnés, la disponibilité des informations de passeport (identité taxonomique, origine du matériel génétique, etc.) et « l'unicité » de l'échantillon (afin d'éviter d'inutiles doublons) doivent également être pris en considération dans le processus de prise de décision.

✔ **Le matériel génétique ajouté à la collection est acquis légalement et accompagné de toute la documentation pertinente[10]**

Le processus d'acquisition du matériel génétique est régi par des réglementations nationales et internationales telles que les lois phytosanitaires/de quarantaine, le Traité international sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et

[9] Voir la figure 4 à la fin de cette section pour un résumé du déroulement des opérations et des activités conditionnant l'acquisition de matériel génétique.

[10] Normes 5.2.1.

l'agriculture (Traité) ou la Convention sur la diversité biologique (CDB) pour l'accès aux ressources génétiques (FAO, 2014).

- Il convient que la banque de gènes communique avec les points focaux nationaux pour le Traité ou d'autres autorités désignées sur les questions relatives à l'acquisition du matériel génétique.

✔ **Un numéro d'accession permanent et unique est attribué à chaque échantillon ajouté à la collection de la banque de gènes**

Une fois que le conservateur décide d'accepter un échantillon dans la banque de gènes, un numéro d'accession unique doit lui être attribué.

- Un identifiant d'objet numérique (DOI) peut également être demandé au Secrétariat du Traité (FAO, 2021a). Le numéro d'accession et le DOI restent associés à tout le matériel dérivé de l'accession tout au long de la manipulation de la banque de gènes.
- Si le matériel donné s'est déjà vu attribué par l'organisation donatrice un numéro d'accession, un DOI, ou les deux, il faut conserver ces numéros comme identifiants alternatifs dans les données de passeport. Il s'agit d'un moyen essentiel de garantir l'association sans ambiguïté des informations avec le matériel.

✔ **Le matériel génétique ajouté à la collection de la banque de gènes est accompagné des données décrites dans les Descripteurs de passeport multi-cultures FAO/Bioversity**[11]

Il est recommandé que tous les échantillons, qu'ils soient obtenus dans le cadre de missions de collecte ou de dons d'autres instituts, soient accompagnés des données associées détaillées dans les Descripteurs de passeport multi-cultures de la FAO/Bioversity (Alercia, Diulgheroff et Mackay, 2015).

- Le couplage des données à l'accession unique doit être sans équivoque, par exemple en utilisant les numéros d'accession et/ou de DOI.

✔ **Toutes les données relatives à l'acquisition, y compris les métadonnées associées, sont enregistrées, validées et téléchargées vers le système de gestion de l'information de la banque de gènes**

Envisager l'utilisation d'appareils électroniques pour éviter les erreurs de transcription et faciliter le téléchargement. À défaut, l'utilisation d'une encre indélébile (ou d'un crayon) et d'une écriture claire et lisible sont nécessaires lors de l'enregistrement des données. L'emploi d'étiquettes et de lecteurs de codes-barres facilite la gestion des entrées et minimise les erreurs humaines.

[11] Normes 5.2.2.

3.1 Matériel génétique acquis par des missions de collecte

✔ **Une stratégie claire pour les missions de collecte de matériel génétique est élaborée conformément au mandat de l'institut**

Il est essentiel de fixer les priorités de collecte avant toute mission de collecte. Il convient d'élaborer une proposition de collecte énonçant clairement l'objectif de la mission de collecte, le lieu ciblé et la méthodologie. Il peut s'avérer pertinent et utile:

- de souligner l'importance de réaliser des inventaires, d'identifier les lacunes pour éviter les doublons et d'avoir une stratégie claire pour les missions de collecte qui tienne compte des inventaires nationaux et des analyses des lacunes,
- d'établir une collaboration avec un institut ou des experts de la zone ciblée et de respecter les réglementations relatives à la collecte dans cette zone,
- de planifier la mission bien à l'avance afin de garantir les meilleures pratiques et le respect des réglementations et des obligations.

✔ **Le matériel génétique collecté est acquis légalement et accompagné de toute la documentation pertinente[12]**

Le processus d'acquisition du matériel génétique est régi par des réglementations nationales et internationales. Pour s'assurer de respecter ces réglementations:

- Il convient que la banque de gènes communique avec les autorités désignées pertinentes pour les questions concernant l'acquisition du matériel génétique.
  - Pour les missions de collecte dans d'autres pays, il peut être nécessaire de contacter les correspondants nationaux du Traité ou d'autres autorités désignées pour l'acquisition de matériel génétique.
  - Pour les missions de collecte dans le pays de la banque de gènes, il peut être nécessaire de contacter l'autorité nationale compétente afin de s'assurer de la compréhension et du respect des réglementations nationales et locales.
- Il convient de demander des permis de collecte délivrés par les autorités nationales, régionales ou locales, selon le cas, pour la collecte *in situ de* plantes sauvages apparentées à des plantes cultivées ou de matériel génétique semi-domestiqué dans des populations naturelles.
- Il peut être nécessaire de demander, lors de la collecte dans les champs/entrepôts des agriculteurs ou dans les zones communautaires, y compris dans certains habitats naturels, un consentement préalable en connaissance de cause (CPCC) et de définir des conditions convenues d'un commun accord (CCCA) (voir CDB, 2018), conformément aux lois et réglementations nationales, régionales ou internationales en vigueur.

[12] Normes 5.2.1.

✔ **La banque de gènes respecte les réglementations phytosanitaires nationales, régionales et internationales ainsi que toute autre réglementation et obligation en matière d'importation émanant des autorités concernées[13]**

Lors de transfert de matériel génétique, il existe un risque d'introduire accidentellement des ravageurs et des maladies des plantes en même temps que le matériel végétal hôte. Pour prévenir ces risques tout en garantissant la conformité avec les réglementations et les obligations, il convient:

- pour le matériel collecté dans un autre pays, d'obtenir un certificat phytosanitaire du pays fournisseur et un permis d'importation des autorités compétentes du pays de la banque de gènes (voir CIPV, 2021),
- de faire transiter les échantillons collectés par le processus de quarantaine approprié avant de les transférer à la banque de gènes, si nécessaire,
- de manipuler le matériel collecté en confinement ou dans une zone isolée, conformément à l'avis de l'autorité phytosanitaire nationale.

✔ **Les missions de collecte sont programmées au stade optimal de maturité et les prélèvements sont effectués sur des plantes visiblement saines, exemptes de maladies et d'infestations d'insectes nuisibles ou d'autres dommages[14]**

Il peut être nécessaire de faire appel à un expert local si l'espèce n'est pas connue du personnel de la banque de gènes, afin de garantir la qualité et la viabilité de l'échantillon collecté. La saisonnalité est un facteur à prendre en compte pour la collecte des bulbes, des tubercules et des espèces ligneuses. Le personnel de la banque de gènes doit consulter des sources d'information spécifiques en fonction de l'espèce cible à collecter.

✔ **Les propagules sont prélevées sur un nombre approprié de plantes individuelles[15] tout en évitant l'appauvrissement de la population naturelle ciblée par la collecte**

Le système de reproduction de l'espèce cible doit être pris en considération afin de définir le nombre de plantes à échantillonner au sein d'une population ainsi que le type et la taille de la propagule (voir SGRP-CGIAR, 2011)[16].

- Il est recommandé de prélever au moins 30 individus pour les espèces à fécondation croisée et 60 individus pour les espèces autogames, si possible.
  - En cas de collecte de graines récalcitrantes, la taille de l'échantillon à collecter sera généralement limitée par rapport aux graines orthodoxes. Néanmoins, tout doit être mis en œuvre pour maximiser la diversité génétique de la population cible.

[13] Normes 5.2.1.

[14] Normes 5.2.3.

[15] Voir Normes applicables aux banques de gènes (Chapitre 5, section 2).

[16] La Crop Genebank Knowledge Base fournit des informations très utiles pour la phase de collecte.

- Pour les racines et les tubercules, collecter au moins quatre propagules par échantillon, voire davantage si les techniques de culture de l'espèce ne sont pas fiables (Dansi, 2011).
- En cas de collecte de tiges ligneuses, augmenter la taille de l'échantillon pour tenir compte d'éventuels problèmes de décontamination (et donc de pertes). Il est recommandé de prélever environ 5 à 10 boutures/propagules par plante (voir Thompson, 1995).

- Note: La collecte de matériel *in vitro* offre une alternative pour la collecte et le transport de matériel génétique et est particulièrement utile pour les espèces à multiplication végétative et pour celles dont les graines ou les embryons sont récalcitrants et se détériorent rapidement. Toutefois, les temps de transport devront encore être réduits au minimum.
  - Les explants prélevés *in vitro* sont souvent décontaminés en surface à l'aide d'éthanol à 70 pour cent, puis de NaOCl ou d'eau de Javel commerciale contenant généralement environ 3 pour cent de chlore actif. D'autres stérilisants, tels que des solutions diluées d'hypochlorite de calcium à 0,5-2 pour cent (poids/volume), peuvent également être utilisés. Après la décontamination, l'explant est généralement redécoupé à la taille finale pour le transport, en éliminant les zones mortes causées par la pénétration de la solution stérilisante dans les surfaces coupées. Voir Pence et Engelmann (2011) pour des conseils supplémentaires sur les techniques de collecte *in vitro*.

✔ **Les échantillons collectés sont étiquetés et ne sont pas mélangés lors de la manipulation**

Utilisez de l'encre indélébile ou des étiquettes générées par ordinateur (de préférence à code-barres), si possible, sur le paquet de propagules pour étiqueter l'échantillon. Il est conseillé de placer deux étiquettes, l'une à l'extérieur et l'autre à l'intérieur du paquet. Il est utile de protéger les étiquettes intérieures de la détérioration si les semences/plantes ne sont pas sèches. Il est recommandé de tenir un registre avec tous les numéros de collecte attribués à chaque échantillon accompagnés des informations complémentaires, le cas échéant.

✔ **Le matériel génétique collecté est accompagné des données connexes décrites dans les descripteurs de passeport multi-cultures FAO/Bioversity[17]**

Un formulaire de collecte standardisé est utile pour collecter les données associées à chaque échantillon obtenu. Un numéro de collecte est attribué à chaque échantillon afin que les échantillons puissent être reliés aux informations collectées. Il convient de recueillir les informations suivantes:

- Identification taxonomique au niveau de l'espèce et au niveau intraspécifique, si possible, type de population végétale, habitat et écologie, conditions pédologiques sur le site de collecte, coordonnées GPS et photos afin de permettre

[17] Normes 5.2.2.

Encadré 1. Liste minimale des descripteurs de passeport

Les formulaires de collecte doivent au minimum contenir:

- Identifiant de collecte
- Nom/code de l'institut collecteur
- Nom du taxon, aussi détaillé/spécifique que possible
- Nom commun de la plante
- Localisation du site de collecte
- Latitude du site de collecte
- Longitude du site de collecte
- Altitude du site de collecte
- Date de collecte
- Statut biologique (sauvage, envahi de mauvaises herbes, cultivar traditionnel, etc.)

aux conservateurs et aux utilisateurs du matériel génétique de comprendre son contexte d'origine.

- Données associées pour chaque échantillon obtenu, comme indiqué dans les descripteurs de passeport multi-cultures FAO/Bioversity (Alercia, Diulgheroff et Mackay, 2015; voir l'encadré 1).
- Informations sur l'origine du matériel génétique, les connaissances traditionnelles, les pratiques culturales, etc. en cas de collecte dans les champs/entrepôts des agriculteurs.
- Pour tout spécimen d'herbier obtenu comme référence à partir d'une population (par exemple des espèces sauvages), il est important d'utiliser le même numéro de collecte que celui de l'échantillon collecté et de l'associer au numéro d'accession dans la base de données.

✔ **Le délai entre la collecte, le traitement et le transfert à la banque de gènes est aussi court que possible pour éviter la perte et la détérioration du matériel[18]**

Les explants clonaux ne conservent pas longtemps leur viabilité et les propagules végétatives se décomposent facilement et assez rapidement. Le transport dans les pays tropicaux, où les températures et l'humidité sont élevées et où l'acheminement peut s'avérer difficile, lent et incertain, peut être un véritable défi. Dans ces conditions, il convient de veiller tout particulièrement à ce que les échantillons ne soient pas exposés au soleil et soient toujours conservés à l'ombre.

✔ **Le choix du matériel d'emballage et du transport permet une livraison sûre et rapide**

Le temps nécessaire au traitement des documents, la durée de l'expédition/du transit et les conditions (températures et/ou humidité) sont généralement pris en compte afin de garantir que le matériel arrive en bon état dans la banque de gènes de destination. Pour réduire le risque de perte de matériel génétique après les missions de collecte, il convient de tenir compte de ce qui suit:

[18] Normes 5.2.4.

Emballage

- Des précautions doivent être prises pour éviter les risques d'attaques fongiques ou d'insectes pendant le transport.
  - Si un ravageur a été observé et bien identifié, il convient d'appliquer un pesticide avant l'emballage. Il faut éviter tout traitement chimique inutile qui pourrait s'avérer nocif pour les échantillons collectés[19]. Si des traitements sont appliqués, il faut les déclarer sur chaque paquet et dans la documentation d'accompagnement.
- Pour les graines récalcitrantes, il est important de maintenir la teneur en eau lors de la collecte et pendant le transport en maintenant une humidité relative (HR) élevée dans les récipients de stockage.
  - Dans la mesure du possible, il est préférable de transporter les graines récalcitrantes à l'intérieur des fruits, à la fois pour les protéger et pour éviter leur déshydratation.
  - Pour les espèces dont les fruits sont volumineux ou qui peuvent être facilement endommagés pendant le transport, l'extraction des graines et la désinfection de surface avant l'emballage devraient minimiser la prolifération fongique.
- Il est préférable d'emballer les scions et autres matériels végétatifs dans du coton stérile ou un autre matériau approprié, dans un sac en plastique perforé, afin d'assurer une aération suffisante.
- Des enveloppes rigides matelassées ou des emballages hermétiques protègent les échantillons de l'écrasement par les trieuses mécaniques et de la détérioration.
- Les vitroplants, s'ils sont disponibles, seront un moyen sûr de transporter le matériel génétique. Les échantillons collectés *in vitro* doivent être placés dans des flacons en plastique stériles, transparents et étanches. Il convient de les emballer stablement sans trop les serrer dans une boîte ou un carton, en ajoutant du papier froissé ou du polystyrène pour les protéger des chocs.

Transport

- En cas de transport routier de longue durée, il peut être nécessaire d'aérer périodiquement le matériel collecté afin d'éviter une perte potentielle de viabilité.
- L'envoi par le moyen le plus rapide possible, fret aérien ou postal, devrait éviter l'exposition à des conditions environnementales défavorables et la détérioration de la qualité des échantillons.
- Le suivi continu du colis, s'il est possible, permettra au personnel de la banque de gènes d'être prêt à traiter les échantillons dès leur réception.
- Note: Pour certaines cultures, telles que les *Musa* et le cacaoyer, l'expédition de matériel via des centres de transit ou de quarantaine dans des pays tiers non producteurs peut être la meilleure solution.

[19] De nombreux fruits de plantes aux graines récalcitrantes sont contaminés par des champignons parfois invisibles. Une désinfection de surface doit donc être effectuée avant le transport.

✔ **Tout le matériel entrant est examiné pour dépister tout dommage/contamination dans une zone de réception définie (par exemple, l'unité phytosanitaire) et traité de manière à ne pas altérer son état physiologique**[20]

- Les matériels de qualité médiocre ou contaminés ne sont pas plantés directement au champ.
- Une décontamination des échantillons, avec un agent désinfectant de surface, est utilisée pour éliminer tous les micro-organismes adhérents, en tenant compte de tout traitement de décontamination réalisé avant l'emballage et le transport.
- Des mesures de quarantaine sont appliquées si nécessaire.

3.2 Matériel génétique acquis par transfert/donation

✔ **Le matériel génétique donné est acquis légalement et accompagné de toute la documentation pertinente**[21]

- Si l'institut donateur appartient à un pays signataire du Traité et que le matériel génétique donné comprend des cultures ou des espèces inscrites à l'Annexe 1 du Traité (FAO, 1995), il faut utiliser un Accord type de transfert de matériel (SMTA) (FAO, 2021b, c).
- Si l'institut donateur est situé dans un pays non Partie contractante au Traité ou si le matériel génétique n'est pas couvert par l'Annexe 1, il convient d'employer un Accord de transfert de matériel (ATM) (par exemple, AVRDC, 2012), bien qu'un SMTA puisse également être utilisé.
- Pour les dons provenant d'institutions, d'obtenteurs ou d'autres fournisseurs de matériel génétique sans ATM, il convient que la banque de gènes obtienne un accord du donateur précisant les conditions de transfert de matériel génétique à la banque de gènes.

✔ **Le matériel génétique donné est accompagné des données connexes décrites dans les descripteurs du passeport multi-cultures FAO/Bioversity**[22]

Il est recommandé de demander aux donateurs que les échantillons soient accompagnés des données associées détaillées dans les descripteurs du passeport multi-cultures de la FAO/Bioversity (Alercia, Diulgheroff et Mackay, 2015; voir l'encadré 1).

✔ **La banque de gènes respecte les réglementations phytosanitaires nationales, régionales et internationales ainsi que toute autre réglementation et obligation en matière d'importation émanant des autorités concernées**

Lors de transfert de matériel génétique, il existe un risque d'introduire accidentellement des ravageurs et des maladies des plantes en même temps que le

[20] Normes 5.2.5.

[21] Normes 5.2.1.

[22] Normes 5.2.2.

matériel végétal hôte. Pour atténuer ces risques tout en garantissant la conformité avec les réglementations et les obligations, il convient:

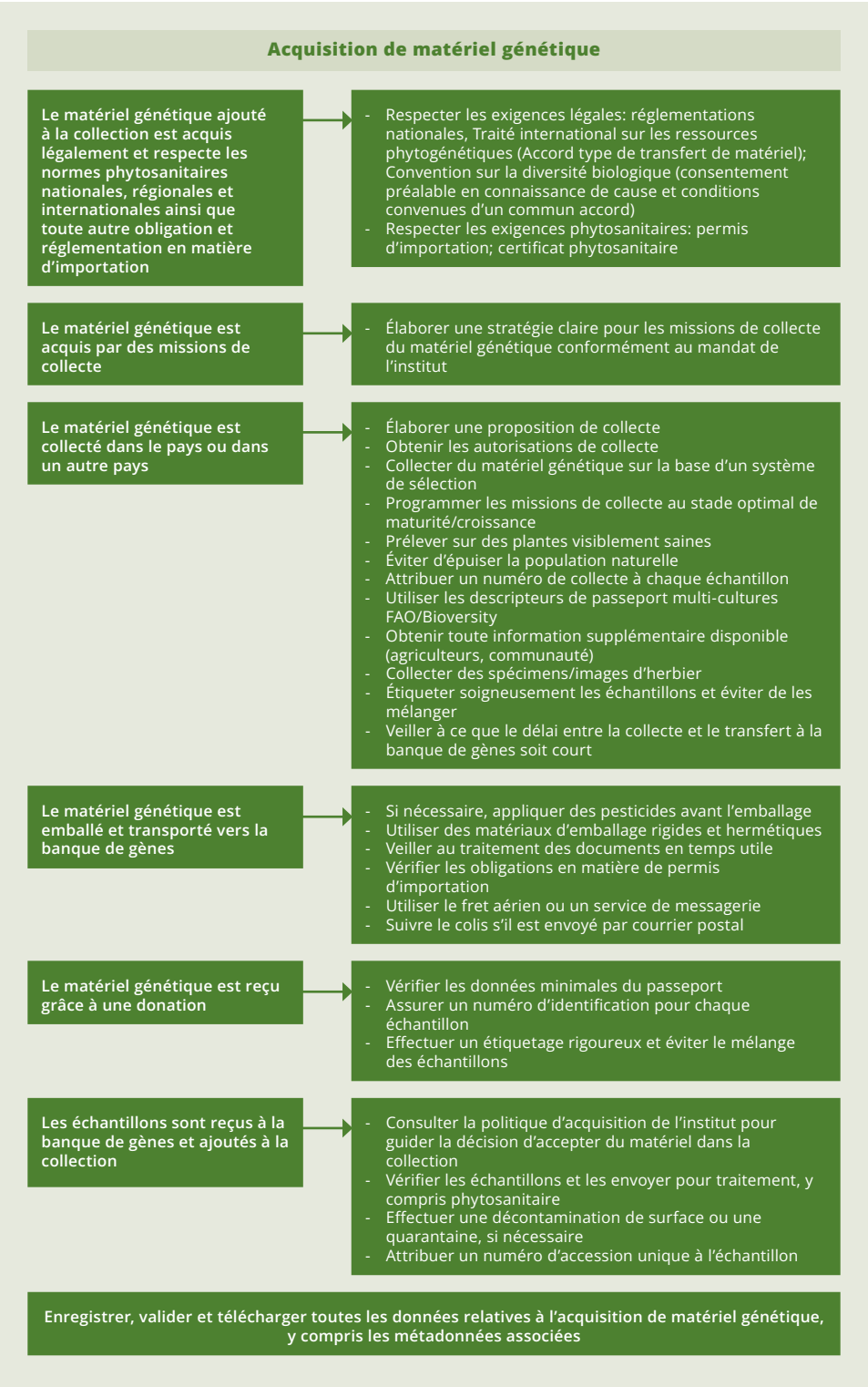
- pour le matériel collecté dans un autre pays, d'obtenir un certificat phytosanitaire du pays fournisseur et un permis d'importation des autorités compétentes du pays de la banque de gènes (voir CIPV, 2021),
- de faire transiter les échantillons collectés par le processus de quarantaine approprié avant de les transférer à la banque de gènes, si nécessaire.

✔ **Tout le matériel entrant est examiné pour dépister tout dommage/contamination dans une zone de réception définie (par exemple, l'unité phytosanitaire) et traité de manière à ne pas altérer son état physiologique[23]**

- Les matériels de qualité médiocre ou contaminés ne sont pas plantés directement au champ.
- Une décontamination des échantillons, avec un agent désinfectant de surface, est utilisée pour éliminer tous les micro-organismes adhérents, en tenant compte de tout traitement de décontamination réalisé avant l'emballage et le transport.
- Des mesures de quarantaine sont appliquées si nécessaire.

[23] Normes 5.2.5.

Figure 4. Résumé du déroulement des opérations et des activités liées à l'acquisition de matériel génétique



4. Établissement des collections en champ





©FAO/A. Noorani

Collection d’ignames, Indonésie

Il convient que la banque de gènes se dote de politiques et/ou procédures écrites, selon le cas, décrivant la préparation du terrain, l'introduction de collections sur le terrain et d'autres collections de plantes vivantes, et la mise à jour de l'inventaire et des cartes de terrain[24].

✔ **Le terrain est préparé pour mieux protéger la collection**

Outre le choix d'un site qui minimise les risques de catastrophes naturelles et d'origine humaine[25], il est important de préparer physiquement le site pour mieux protéger la collection. Il convient:

- d'établir des coupe-feux si les incendies constituent un risque connu,
- d'installer des clôtures et d'embaucher des agents de sécurité pour prévenir le vandalisme, le vol et les dommages causés par les grands animaux,
- d'installer des filets anti-insectes et d'employer des abris pour prévenir les dommages causés par les insectes, les oiseaux et les petits mammifères,
- d'installer des haies protectrices à l'extérieur des parcelles pour aider à prévenir la dissémination des pesticides et sécuriser la zone en remplacement (ou en complément) des clôtures,
- d'installer un système d'irrigation pour arroser les plantes en cas de sécheresse ou lorsque la demande est forte (par exemple, lors de l'établissement, de la période de nouaison).

[24] Voir la figure 5 à la fin de cette section pour un résumé du déroulement des opération et des activités relatives à l'établissement des collections en champ.

[25] Voir la section sur le choix du site de la banque de gènes en champ.

✔ **Une préparation appropriée du terrain est effectuée pour assurer la réussite de l'établissement des collections sur le terrain**

Le terrain doit être préparé en tenant compte des besoins des espèces. Il peut s'agir de sarclage des mauvaises herbes ou de l'application d'herbicides, de labourage profond et de mesures correctives des sols acides ou alcalins, etc.

✔ **L'élaboration des champs et des parcelles, incluant la disposition de chaque parcelles, la création de cartes de terrain électroniques et imprimées, ainsi que l'utilisation de codes-barres et d'étiquettes de champ, est un élément important de la phase d'établissement de la banque de gènes de terrain**

Une bonne planification et une bonne identification des accessions sont essentielles au maintien de l'identité génétique. Il importe:

- de préparer une carte du champ qui montre l'emplacement exact de chaque accession dans la parcelle[26], en conservant des copies papier et électroniques (si possible) et en les mettant à jour régulièrement
- de veiller à ce que chaque parcelle soit délimitée par deux étiquettes indélébiles clairement écrites et résistantes aux intempéries ou par des piquets.
- **Note:** Les cultures annuelles à multiplication végétative, telles que les alliums, ne nécessitent pas de plan de champ fixe dans le temps. Cependant, la rotation des cultures est essentielle et nécessitera un calendrier approprié et un espace libre supplémentaire.

✔ **L'emplacement approprié des accessions est pris en compte lors de la phase de conception de la parcelle afin de permettre une croissance adéquate de chaque plante**

Lors de la planification de la disposition des parcelles en champ, il convient de prendre en compte les éléments suivants:

- l'emplacement optimal des différentes accessions pour une gestion efficace de la collection en champ et pour faciliter le suivi, la caractérisation et l'évaluation,
- le besoin de structures d'irrigation et la facilité d'entretien,
- la température, les teneurs en eau du sol, le type de sol, etc. ,
- les exigences spécifiques en matière de microclimat, telles qu'un ombrage élevé ou faible.

Si l'espace le permet, les accessions de référence doivent être plantées dans le même champ pour faciliter l'identification.

✔ **Utiliser un espacement approprié entre les plantes de chaque accession pour permettre une croissance adéquate de chaque plante**

Il est important de tenir compte du port et de la taille adulte des plantes lors du calcul de la taille des parcelles. Il sera également utile d'établir et de respecter les

[26] Normes 5.3.2.

distances d'isolement recommandées pour empêcher une pollinisation croisée, le cas échéant.

✔ **Un nombre suffisant d'individus est planté pour capturer la diversité génétique et assurer la sécurité de chaque accession[27]**

Pour déterminer le nombre d'individus à planter par accession, il sera nécessaire de faire la distinction entre les cultures annuelles, bisannuelles et pérennes et entre les espèces qui se propagent par graines et celles qui se propagent par voie végétative. En particulier, il convient de veiller à ce qui suit:

- Lorsque l'espèce se multiplie par graines, le nombre de plantes doit être suffisamment important pour représenter la diversité au sein de l'accession[28].
- En raison de l'uniformité des espèces à multiplication végétative, seul un petit nombre de plantes est nécessaire pour représenter la diversité génétique au sein de l'accession et garantir sa sécurité[29].
- Pour les espèces dioïques, telles que le houx, l'asperge et le palmier dattier, il est important de planter un nombre approprié de parents mâles/femelles.

✔ **Le matériel sain et les parties vigoureuses de la plante sont utilisés pour la propagation et la plantation.**

Un contrôle strict de l'introduction des plantes dans le champ doit être exercé afin d'éviter l'introduction de maladies et de ravageurs. Pour les espèces multipliées par greffage, il est particulièrement important de sélectionner des porte-greffes exempts de virus et adaptés à l'environnement. Le choix du porte-greffe a un impact sur les performances et les caractères spécifiques du scion greffé, ce qui influencera les données de caractérisation et d'évaluation des accessions.

✔ **Les pratiques culturales fournissent des conditions optimales pour l'établissement des plantes[30]**

Des techniques culturales appropriées, spécifiques à l'espèce cible, sont essentielles pour réussir l'établissement et l'entretien efficace de la banque de gènes en champ et pour assurer la santé et la longévité optimales des plantes. Il convient:

- de bien comprendre les périodes de plantation établies pour les espèces/groupes d'espèces (par ex. FAO, 2021d)[31],
- d'utiliser des porte-greffes adaptés aux conditions locales,

---

27 Normes 5.3.1.

28 Des lignes directrices peuvent être extrapolées à partir des pratiques de collecte de matériel génétique.

29 En général, on conserve environ 3 à 6 plantes par accession pour la plupart des espèces à multiplication végétative. Pour les cultures de racines et de tubercules, y compris les annuelles, les bisannuelles et les vivaces qui nécessitent une récolte et une replantation fréquentes ou périodiques, le nombre de plantes peut varier de 8 (taro) à 50 plantes (échalote, ail) par accession.

30 Normes 5.3.3.

31 Note : La FAO a publié des calendriers des cultures pour l'Amérique latine et l'Afrique qui sont utiles à cet égard.

- de fournir une plus grande intensité d'ombre et un bon drainage sur le site de la banque de gènes pour simuler les conditions de croissance naturelles dans le cas des espèces sauvages apparentées aux plantes cultivées originaires de forêts naturelles:
  - pour les espèces nécessitant des arbres d'ombrage, il est important de choisir les arbres d'ombrage en fonction des exigences de l'espèce et des conditions locales,
- de pratiquer le désherbage pour une croissance rapide et vigoureuse des plantes,
- de surveiller et traiter les ravageurs et les maladies,
- d'exercer un contrôle strict des introductions de plantes dans la banque de gènes en champ afin d'éviter l'introduction de maladies et de ravageurs,
- d'utiliser des abris d'isolement ou des mesures de contrôle de la pollinisation à des fins de propagation si nécessaire.

✔ **Toutes les données relatives à l'établissement des collections en champ, y compris les métadonnées associées, sont enregistrées, validées et téléchargées vers le système de gestion de l'information de la banque de gènes**

Les données à prendre en compte sont la conception du champ et de la parcelle, la disposition de chaque parcelle, les cartes de terrain électroniques et imprimées, les codes-barres, les dates de plantation/greffage, le nombre de plantes établies pour chaque accession, le type de propagation (boutures, tubercules, cormes, bulbes, graines), la méthode de plantation, les pratiques culturales (espacement, désherbage, irrigation, application d'engrais, de pesticides, etc.) utilisées durant l'établissement et la gestion du matériel propagé. Envisager l'utilisation d'appareils électroniques pour éviter les erreurs de transcription et faciliter le téléchargement. À défaut, l'utilisation d'une encre indélébile (ou d'un crayon) et d'une écriture claire et lisible sont nécessaires lors de l'enregistrement des données. L'emploi d'étiquettes et de lecteurs de codes-barres facilite la gestion des entrées et minimise les erreurs humaines.

Figure 5. Résumé du déroulement des opérations et des activités liées à l'établissement des collections en champ



5. Gestion du champ





©FAO/B. Furman

Collection de noisetiers, Azerbaïdjan

Il convient que la banque de gènes se dote de politiques et/ou procédures écrites, selon le cas, pour la conservation des collections au champ et de plantes vivantes, y compris les instructions étape par étape pour le nettoyage, les processus de gestion sur le terrain, les pratiques culturales, la vérification de l'identité et le suivi du matériel génétique dans les collections[32].

✔ **Les meilleures pratiques culturales nécessaires à la croissance et à l'entretien des plantes sont respectées[33]**

Des pratiques culturales appropriées sont essentielles pour assurer une croissance optimale et la longévité des plantes. Après avoir établi la collection, il est important de continuer à fournir des conditions favorables à la croissance et à la survie de la collection en champ. Les pratiques culturales à prendre en compte sont:

- fournir de l'eau en cas de sécheresse ou pendant les périodes de forte demande (période de fructification),
- adapter l'application d'engrais aux types de plantes,
- lutter contre les mauvaises herbes, si nécessaire,
- utiliser d'autres mesures, telles que la protection contre le gel et/ou la grêle, selon les besoins, pour assurer la production de fruits,
- placer des filets de protection contre les oiseaux, si nécessaire,
- procéder à une taille régulière pour maintenir la taille des plantes dans des limites acceptables au sein de la plantation et, dans le cas des arbres, pour façonner leur canopée et permettre une pénétration suffisante de la lumière pour une croissance optimale des fruits,

[32] Voir la figure 6 à la fin de cette section pour un résumé du déroulement des opérations et des activités liées à la gestion du champ.

[33] Normes 5.4.2.

- fournir des structures de soutien (arbres, tuteurs de bois, fils, etc.) pour les espèces grimpantes (vanille, nombreux haricots, cucurbitacées, etc.),
- effectuer un suivi régulier de la croissance et de la performance des accessions.

✔ **L'intégrité génétique de la collection est maintenue**

Il est essentiel que la collection en champ soit gérée de manière à empêcher toute contamination entre les accessions, incluant la prévention du flux génétique à partir de plantes voisines et celle du mélange d'accessions induit par des plantes aberrantes[34]. Il convient:

- d'éliminer tout plant spontané,
- de maintenir une distance suffisante ou de placer des cultures barrières entre les accessions d'espèces à pollinisation croisée dans les cas où des semences seront distribuées,
- pour les espèces annuelles et bisannuelles, il convient de:
  - contrôler régulièrement les collections en champ afin de s'assurer que chaque accession et chaque plante au sein de l'accession soient correctement identifiées,
  - vérifier périodiquement les étiquettes d'accession avec la carte du champ,
  - comparer les plantes individuelles de chaque lot aux plans des parcelles,
  - vérifier périodiquement l'identité de chaque accession à l'aide de marqueurs morphologiques et moléculaires lorsque cela est possible.

✔ **Un système est en place pour la surveillance régulière et l'identification correcte de tous les ravageurs et maladies associés affectant la gamme des espèces incluses dans la collection[35]**

La surveillance régulière des collections en ce qui concerne les ravageurs et les maladies permet d'éviter les épidémies qui endommagent la collection. Il peut être utile de collaborer avec des spécialistes tels que des phytopathologistes, y compris des virologues et des nématologistes, afin de garantir une identification correcte et d'obtenir des conseils sur les mesures de lutte contre les maladies et les ravageurs.

✔ **Les mesures de prévention et de contrôle des maladies sont mises en œuvre en temps utile**

La sécurité de la collection exige que des mesures de prévention et de contrôle des maladies soient prises, telles que:

- conserver les plantes sensibles dans des serres à l'épreuve des insectes pour les protéger contre les vecteurs transmettant des maladies virales,
- s'assurer que les outils et les instruments agricoles, les chaussures et le sol de la pépinière soient correctement désinfectés,
- éliminer tous les fruits et branches infectés et malades des plantes et du champ (y compris les débris végétaux) afin d'éviter de créer des foyers de reproduction

[34] Normes 5.4.3.

[35] Normes 5.4.1.

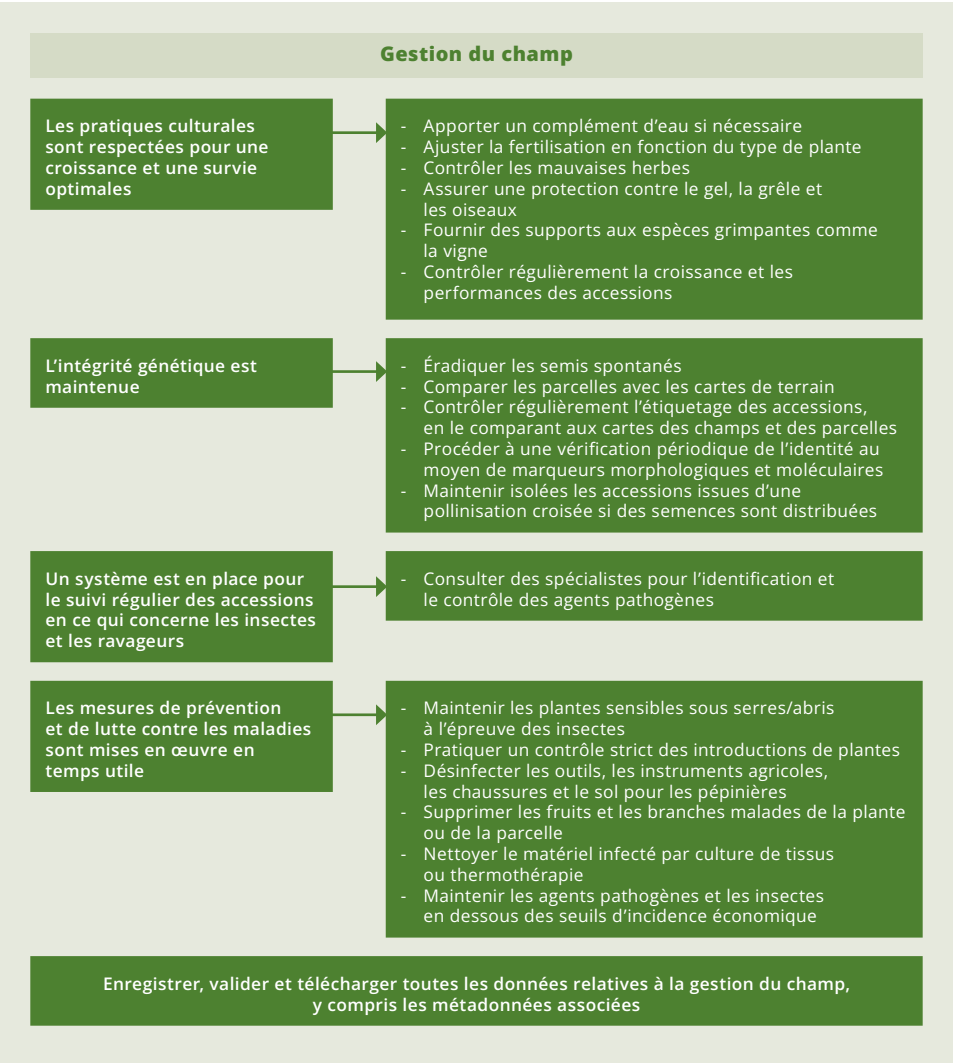
pour les insectes nuisibles ou les insectes vecteurs de maladies, ou d'accumuler de l'inoculum pour la culture de la saison suivante,
- dépister périodiquement les virus sur le matériel à l'aide de kits de diagnostic végétal comme le test d'immuno-absorption enzymatique (ELISA) et la réaction en chaîne par polymérase par transcription inverse (RT-PCR) basée sur l'ADN,
- nettoyer tout matériel clonal infecté par thermothérapie et/ou culture de tissus,
- maintenir les populations d'insectes et de pathogènes sous contrôle afin d'éviter les infestations majeures d'insectes et de maladies,
- utiliser la lutte intégrée contre les ravageurs (IPM) qui comprend l'utilisation de mesures de lutte biologique, si possible, complétée par la lutte mécanique et l'application de pesticides, le cas échéant.

✔ **Toutes les accessions sont régulièrement contrôlées pour détecter les dommages causés par les insectes, les oiseaux et les mammifères, ainsi que tout acte de vandalisme éventuel**

✔ **Toutes les données relatives à la gestion du champ, y compris les métadonnées associées, sont enregistrées, validées et téléchargées dans le système de gestion de l'information de la banque de gènes**

Les données à prendre en compte sont les pratiques culturales (espacement, désherbage, irrigation, fertilisation, application de pesticides, etc.), la présence de maladies ou de ravageurs et l'élimination des plantes (plantes mortes ou mourantes). Envisager l'utilisation d'appareils électroniques pour éviter les erreurs de transcription et faciliter le téléchargement. À défaut, l'utilisation d'une encre indélébile (ou d'un crayon) et d'une écriture claire et lisible sont nécessaires lors de l'enregistrement des données. L'emploi d'étiquettes et de lecteurs de codes-barres facilite la gestion des entrées et minimise les erreurs humaines.

Figure 6. Résumé du déroulement des opérations et des activités liées à la gestion du champ



6. Régénération et propagation





Propagation en serre, Centre agronomique tropical de recherche et d'enseignement (CATIE), Costa Rica

Il convient que la banque de gènes se dote de politiques et/ou procédures écrites, selon le cas, pour la régénération et la propagation du matériel génétique, comprenant des instructions étape par étape pour le processus d'examen, le contrôle de la pollinisation, la vérification de l'identité, les méthodes de propagation et la documentation[36].

✔ **La collection en champ fait l'objet d'un suivi régulier pour détecter les plantes mourantes ou mortes au sein d'une accession**

Une plante peut perdre de sa vigueur ou mourir à cause de différents facteurs climatiques, édaphiques et/ou biotiques. Il est important de fixer des seuils de viabilité pour les accessions conservées dans la banque de gènes en champ[37]. La régénération est effectuée pour toutes les accessions qui tombent en dessous de ces seuils. Pour une efficacité maximale d'une parcelle de collection en champ, chaque plante morte doit être remplacée[38].

Le système de gestion de l'information de la banque de gènes est doté idéalement d'outils intégrant la vérification automatisée de l'inventaire et de la santé des plantes, et le signalement des accessions nécessitant une régénération et une propagation. Il est également important de tenir compte de considérations pratiques afin d'éviter de planter un nombre excessif d'accessions.

[36] Voir la figure 7 à la fin de cette section pour un résumé du déroulement des opérations et des activités relatives à la régénération et la propagation.

[37] Voir la section sur l'établissement des collections de terrain pour des lignes directrices générales.

[38] Normes 5.5.1.

✔ **Le moment de la régénération est prévu pour coïncider avec la saison normale de plantation de l'espèce**

La régénération, comme l'établissement du champ, sera spécifique à l'espèce et, éventuellement, au site. Il est important d'utiliser des pratiques appropriées pour garantir le succès, par exemple:

- planifier la culture des porte-greffes de manière à s'assurer qu'ils atteignent la taille appropriée pour le greffage à la meilleure saison pour la propagation et lorsque les scions deviennent disponibles,
- initier la propagation lorsque les propagules commencent à germer ou que les plantes mères commencent à mourir,
- avoir une bonne compréhension des périodes de plantation établies pour les espèces/groupes d'espèces (par exemple, FAO, 2021d)[39].

✔ **Dans la mesure du possible, les plantes sont multipliées par voie végétative afin de s'assurer que chaque descendant est un double génétique de la plante mère**

Un matériel végétal conforme au type devrait idéalement être utilisé pour la propagation afin de garantir l'intégrité génétique de l'accession[40]. Il est déconseillé d'utiliser des graines pour la multiplication dans une collection en champ, à moins que la population ne soit représentée par un nombre suffisamment important de plantes. Les pratiques à prendre en compte sont de:

- choisir les options d'enracinement, d'écussonnage et de greffage pour la multiplication végétative (pour des exemples de techniques de propagation, voir Roots of Peace, 2007),
- stocker le matériel de propagation dans des installations spéciales (par exemple, serres/abris, *in vitro* ou congélateur) afin de garantir leur santé,
- opter pour le rejetonnage, c'est-à-dire permettre aux rejets de se développer et de produire la prochaine récolte dans les collections d'aroïdées comestibles, ce qui prolongera le temps entre les régénérations[41],
- contrôler périodiquement la fidélité au type des arbustes et des arbres à longue durée de vie.

✔ **Dans le cas des cultures annuelles, des installations de stockage pour les propagules végétatives récoltées annuellement et conservées jusqu'à la prochaine saison de plantation sont disponibles et facilement accessibles**

Pour les espèces annuelles telles que de nombreux alliums, leurs propagules doivent être récoltées et replantées chaque saison. Chaque replantation est considérée comme un cycle de régénération. Il est donc nécessaire de disposer d'installations

[39] Note : La FAO a publié des calendriers des cultures pour l'Amérique latine et l'Afrique qui sont utiles à cet égard.

[40] Normes 5.5.2.

[41] Note : Cette pratique n'est recommandée que lorsque la collection est exempte de maladies importantes des racines et des feuilles.

de stockage dédiées qui soient aussi imperméables que possible aux insectes, aux rongeurs et aux autres petits mammifères. Les pratiques suivantes sont suggérées:

- Il est essentiel que les propagules stockées soient exemptes de dommages causés par les insectes et les nématodes et de tout autre symptôme visible de maladie avant d'être entreposées. Un prétraitement est donc nécessaire pour désinfecter les propagules destinées au stockage après la récolte et avant leur entreposage.
- Les propagules végétatives de plusieurs cultures de tubercules, notamment la pomme de terre, la patate douce, l'igname et le manioc, peuvent être conservées dans des conditions de froid de 4 à 20 °C pendant plusieurs mois entre une récolte et la saison de plantation suivante.
- Pour les espèces dont les propagules sont conservées à température ambiante, les propagules sont sélectionnées pour être stockées dans des filets ou des boîtes ouvertes, en bois ou en plastique, permettant leur aération.
- Les espèces stockées sous forme de tiges peuvent être entreposées en bottes ou dans des sacs en polyéthylène, leurs extrémités coupées seront recouvertes de cire pour éviter un séchage excessif pendant le stockage.
- Les propagules entreposées doivent être identifiées par des étiquettes à l'intérieur et à l'extérieur du conteneur de stockage.
- Il est recommandé de surveiller le matériel chaque semaine pour détecter les signes de pourriture, les dommages causés par les insectes ou les rongeurs.

✔ **Des pratiques de gestion et de culture appropriées sont appliquées sur le terrain[42]**

✔ **La conformité au type des accessions est vérifiée sur le terrain**

Du matériel végétal conforme au type devrait idéalement avoir été utilisé pour la propagation initiale pour garantir l'intégrité génétique de l'accession[43]. Il convient:

- d'utiliser les accessions de référence dans le même champ pour faciliter l'identification,
- d'utiliser des spécimens d'herbiers et, éventuellement, des images numériques de référence de haute qualité pour guider l'identification de la conformité au type, y compris l'identification et la vérification taxonomiques, si nécessaire,
- d'observer l'homogénéité/hétérogénéité de l'accession,
- d'utiliser l'analyse à l'aide des marqueurs moléculaires, si possible.

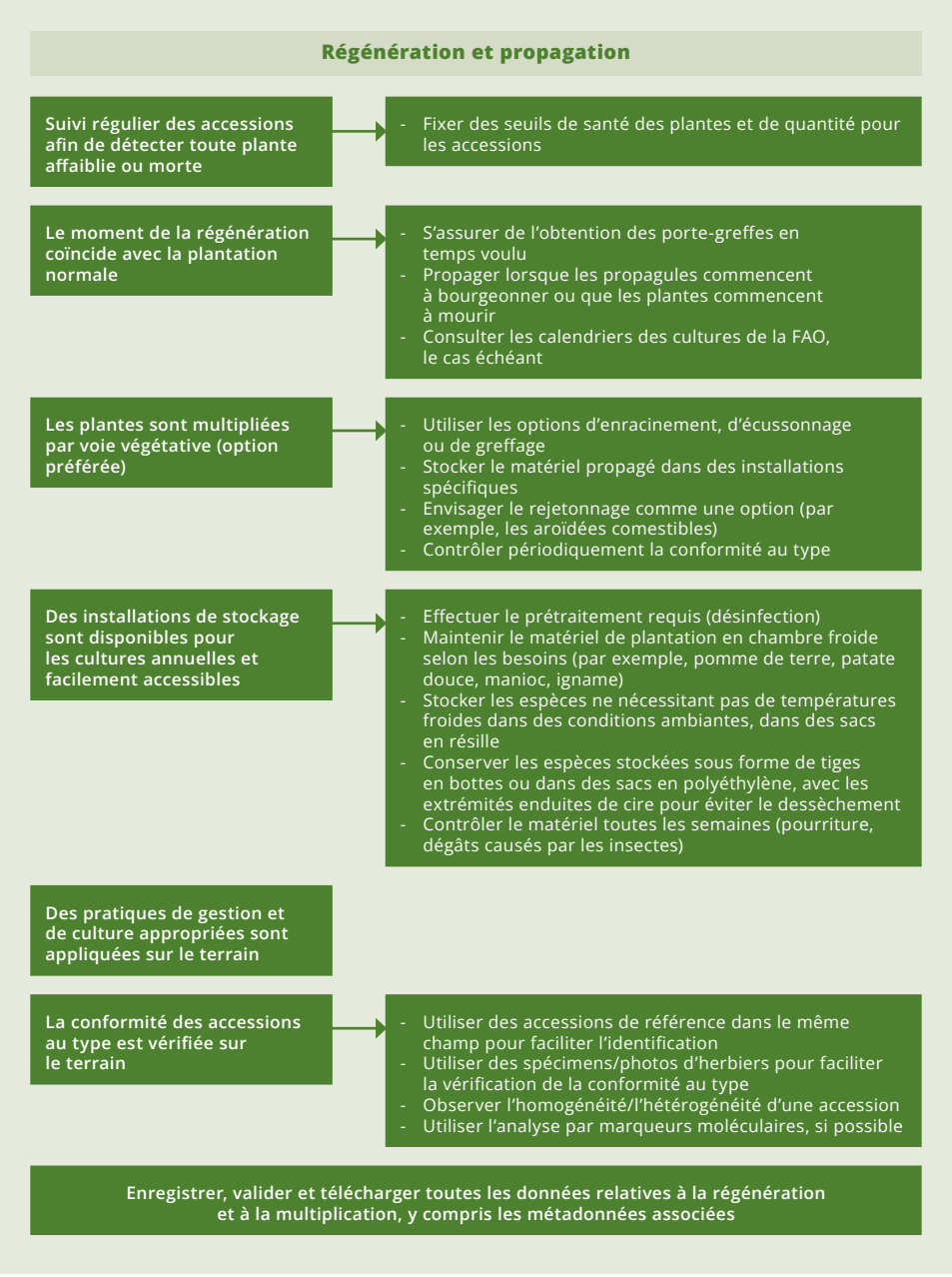
[42] Voir la section Établissement de collections en champ.

[43] Normes 5.5.2.

- ✔ **Toutes les données relatives à la régénération et la propagation, y compris les métadonnées associées, sont enregistrées, validées et téléchargées dans le système de gestion de l'information de la banque de gènes[44]**
  Les données à prendre en considération sont le site où la régénération/le rajeunissement est effectué, le type de propagation (boutures, tubercules, cormes, bulbes, graines), la date de plantation, le taux de survie du matériel propagé, les pratiques de gestion employées, la méthode de plantation, les conditions de terrain, le nombre de plantes établies pour chaque accession et la date de récolte. Envisager l'utilisation d'appareils électroniques pour éviter les erreurs de transcription et faciliter le téléchargement. À défaut, l'utilisation d'une encre indélébile (ou d'un crayon) et d'une écriture claire et lisible sont nécessaires lors de l'enregistrement des données. L'emploi d'étiquettes et de lecteurs de codes-barres facilite la gestion des entrées et minimise les erreurs humaines.

[44] Normes 5.5.3.

Figure 7. Résumé du déroulement des opérations et des activités liées à la régénération et la propagation



7. Caractérisation





©Crop Trust/Nora Castañeda-Alvarez

Matériel génétique de taro, Plant Genetic Resources Research Institute, Ghana

Il convient que la banque de gènes se dote de politiques et/ou procédures écrites, selon le cas, pour la caractérisation du matériel génétique, y compris des instructions étape par étape décrivant le modèle expérimental sur le terrain, les stades du cycle de croissance au cours desquels les données de caractérisation sont obtenues, les descripteurs utilisés (taxonomiques, morphologiques, phénotypiques, biochimiques, nutritionnels, physiologiques et moléculaires) et la manière dont les données sont collectées et validées[45].

- ✔ **Les données de caractérisation sont obtenues pour le plus grand nombre possible d'accessions et le plus rapidement possible après leur acquisition**
  Idéalement, toutes les accessions devraient être caractérisées dès que possible[46]. La première occasion de caractérisation se présente lors de la collecte de matériel génétique. Pour toutes les espèces, il est important de caractériser un nombre représentatif de plantes par accession[47]. Plus l'information est disponible rapidement, plus l'accession a de chances d'être utilisée. Il est essentiel que le personnel soit bien formé à l'enregistrement des données et au travail sur le terrain.

- ✔ **La caractérisation des collections pérennes en champ est effectuée à maturité**
  La caractérisation phénotypique des collections pérennes en champ est beaucoup plus facile à réaliser car les plantes sont facilement et en permanence disponibles sur le terrain. La notation des caractères de la collection en champ peut être effectuée au moment opportun et répétée au fil des ans, si nécessaire.

[45] Voir la figure 8 à la fin de cette section pour un résumé du déroulement des opérations et des activités relatives à la caractérisation.

[46] Normes 5.6.1.

[47] Normes 5.6.2.

✔ **La caractérisation des espèces annuelles s'effectue lors de la régénération**
Contrairement aux espèces pérennes, les espèces annuelles, comme les alliums, sont souvent régénérées chaque année. Il convient:

- d'utiliser un modèle expérimental augmenté, éventuellement répliqué, avec des accessions ou des variétés de contrôle soigneusement choisies, car elles facilitent la production de données de caractérisation fiables (IPGRI, 2001)[48],
- de créer des copies papier et électroniques des cartes de terrain élaborées avant la plantation,
- d'étiqueter clairement les parcelles (de préférence avec des codes-barres).

Il est conseillé de caractériser en même temps le plus grand nombre possible d'accessions afin d'accroître l'efficacité.

✔ **Le matériel génétique est caractérisé pour un ensemble de caractères morphologiques hautement héréditaires, et les procédures de caractérisation spécifiques aux espèces sont basées sur des formats et des catégories de mesure normalisés et calibrés, en suivant autant que possible les listes de descripteurs convenues au niveau international[49]**
L'utilisation de listes normalisées de descripteurs de cultures et de formats de mesure calibrés et normalisés permet de comparer les données entre les institutions et les pays[50]. De nombreuses listes de descripteurs de cultures ont été élaborées (par exemple par Bioversity International (2018), l'Union internationale pour la protection des obtentions végétales (UPOV, 2011) et le National Plant Germplasm System (NPGS) des États-Unis d'Amérique (USDA-ARS, 2021). S'il n'existe pas de listes de descripteurs pour une espèce, il est recommandé d'utiliser les lignes directrices pour l'élaboration de listes de descripteurs de cultures de Bioversity International (Bioversity International, 2007). Il convient:

- d'utiliser des accessions de référence dans le même champ pour faciliter la notation,
- d'utiliser des spécimens d'herbiers et éventuellement des images numériques de haute qualité pour guider l'identification de la conformité au type, y compris l'identification et la vérification taxonomiques, si nécessaire,
- de bien observer et documenter l'homogénéité/hétérogénéité d'une accession,
- de prendre des mesures au niveau de la plante individuelle plutôt qu'au niveau de la parcelle pour les cultures présentant des niveaux élevés de variabilité afin de capturer des informations sur la variabilité entre les plantes d'une même accession.

[48] Voir la section 6.4.

[49] Normes 5.6.3.

[50] Normes 5.6.4.

✔ **Les technologies des marqueurs moléculaires et les outils génomiques pour la caractérisation sont utilisés si les ressources sont disponibles, en complément de la caractérisation phénotypique**

Les marqueurs moléculaires permettent de garantir l'identité des plantes et d'identifier les plantes mal étiquetées et les doublons[51]. Ils sont également très utiles pour détecter la diversité génétique et les parentés au sein des accessions et entre elles. Les marqueurs moléculaires sont stables et détectables dans tous les tissus. Les technologies de marquage moléculaire comprennent les marqueurs à base d'ADN et le séquençage direct. La meilleure méthode dépendra des besoins et des ressources[52]. La caractérisation moléculaire peut être confiée à des laboratoires spécialisés.

✔ **Toutes les données relatives à la caractérisation, y compris les métadonnées associées, sont enregistrées, validées et téléchargées dans le système de gestion de l'information de la banque de gènes**

Les données à prendre en compte sont les dates de plantation et de récolte, les pratiques culturales utilisées (espacement, désherbage, irrigation, application d'engrais, de pesticides, etc.) et les dates de mise en œuvre, les accessions de contrôle ou les variétés utilisées, les descripteurs mesurés et les résultats, les dates d'enregistrement, le personnel responsable, les techniques de laboratoire (moléculaires, etc.) et les dates d'exécution. Envisager l'utilisation d'appareils électroniques pour éviter les erreurs de transcription et faciliter le téléchargement. À défaut, l'utilisation d'une encre indélébile (ou d'un crayon) et d'une écriture claire et lisible sont nécessaires lors de l'enregistrement des données. L'emploi d'étiquettes et de lecteurs de codes-barres facilite la gestion des entrées et minimise les erreurs humaines.

✔ **Les données de caractérisation pertinentes sont mises à la disposition du public**

Le fait de mettre des données sélectionnées à la disposition des utilisateurs potentiels de matériel génétique des banques de gènes, aux niveaux national, régional et mondial permettra d'améliorer l'utilisation du matériel génétique (voir la section Documentation). La publication des données de caractérisation est donc fortement recommandée.

---

51 Normes 5.6.3.

52 De nombreuses ressources sur les technologies des marqueurs moléculaires sont disponibles en ligne et en version imprimée. Voir la section Informations/lectures complémentaires.

Figure 8. Résumé du déroulement des opérations et des activités liées à la caractérisation



8. Évaluation





©Bioversity International/N. Crozzuti

Collection de matériel génétique de Musa, Ouganda

Il convient que la banque de gènes se dote de politiques et/ou procédures écrites, selon le cas, pour l'évaluation du matériel génétique, y compris des instructions étape par étape décrivant la méthodologie d'échantillonnage, les réplications de modèles expérimentaux sur plusieurs sites et plusieurs années, les stades du cycle de croissance au cours desquels les données d'évaluation sont obtenues, les données collectées (performance agronomique, résistance biotique, tolérance abiotique et nutritionnelle) et la manière dont les données sont analysées et validées[53]. Les méthodes/protocoles, les formats et les mesures d'évaluation doivent être correctement documentés, accompagnés des citations.

- ✔ **Des données d'évaluation sont obtenues pour le plus grand nombre possible d'accessions par le biais d'essais en laboratoire, en serre/pépinière et/ou en champ, selon le cas**

  Idéalement, toutes les accessions devraient être évaluées afin de maximiser leur utilité. En réalité, les banques de gènes ne sont généralement en mesure d'évaluer que des sous-ensembles de leur matériel génétique. Il est donc utile de collaborer avec des organismes de recherche nationaux ou internationaux, ayant des stations agronomiques situées dans des environnements agro-écologiques différents ou avec des membres de réseaux de ressources génétiques nationaux ou régionaux. Si le matériel génétique est partagé à des fins d'évaluation, il convient de demander que les données soient renvoyées pour être incluses dans le système de gestion de l'information de la banque de gènes.

[53] Voir la figure 9 à la fin de cette section pour un résumé du déroulement des opérations et des activités d'évaluation.

✔ **Des modèles expérimentaux soumis à des répétitions sont utilisés et les évaluations sont menées dans différents environnements et/ou sur plusieurs années[54]**

Les caractères mesurés lors de l'évaluation, tels que le rendement et la hauteur des plantes, sont pour la plupart, hérités de l'expression d'un grand nombre de gènes. Ils sont donc quantitatifs et soumis à une interaction environnementale considérable, les rendant plus difficiles à mesurer. En raison de la forte interaction entre le génotype et l'environnement (G x E), les caractéristiques telles que le rendement (et ses composantes) sont spécifiques au site. Il convient:

- de définir et d'identifier les accessions ou variétés de contrôle à inclure dans le modèle statistique et à utiliser au fil du temps, car elles facilitent les comparaisons des données collectées entre les sites et les années,
- de travailler avec des sélectionneurs et d'autres spécialistes (par exemple, virologues, entomologistes, mycologues, phytopathologistes, chimistes, biologistes moléculaires et statisticiens) pour convenir des caractères à évaluer, des accessions qui seront testées et des plans expérimentaux à mettre en œuvre,
- d'utiliser des protocoles de criblage appropriés pour s'assurer que les protocoles validés au niveau international sont respectés,
- de créer des copies papier et électroniques des cartes de champ élaborées avant la plantation,
- d'étiqueter clairement les parcelles (de préférence avec des codes-barres).

✔ **Les données d'évaluation sont présentées à l'aide de méthodes appropriées**

L'utilisation de listes normalisées de descripteurs de cultures et de formats de mesure calibrés et normalisés permet de comparer les données entre les institutions et les pays (voir la section Caractérisation). Les données sont présentées soit sous forme de valeurs discrètes (scores pour la sévérité des symptômes de maladies ou les symptômes de stress abiotiques), soit sous forme de valeurs continues (longueur, hauteur, poids) basées sur des mesures.

✔ **Les marqueurs moléculaires et les outils génomiques sont utilisés si les ressources sont disponibles**

L'utilisation de marqueurs moléculaires en liaison forte avec un caractère agronomique fournit une méthodologie de criblage rapide et relativement peu coûteuse pour l'évaluation du matériel génétique. Les marqueurs moléculaires sont également très utiles pour détecter la diversité génétique et les parentés au sein des accessions et entre elles. Les marqueurs moléculaires sont stables et détectables dans tous les tissus. Les technologies de marquage moléculaire comprennent les marqueurs à base d'ADN et le séquençage direct. La détermination de la meilleure méthode à utiliser dépendra des besoins et des ressources[55]. Si vous le souhaitez,

[54] Normes 5.7.3.

[55] De nombreuses ressources sur les différentes technologies de marquage moléculaire sont disponibles en ligne et en version imprimée. Voir la section Informations/lectures complémentaires.

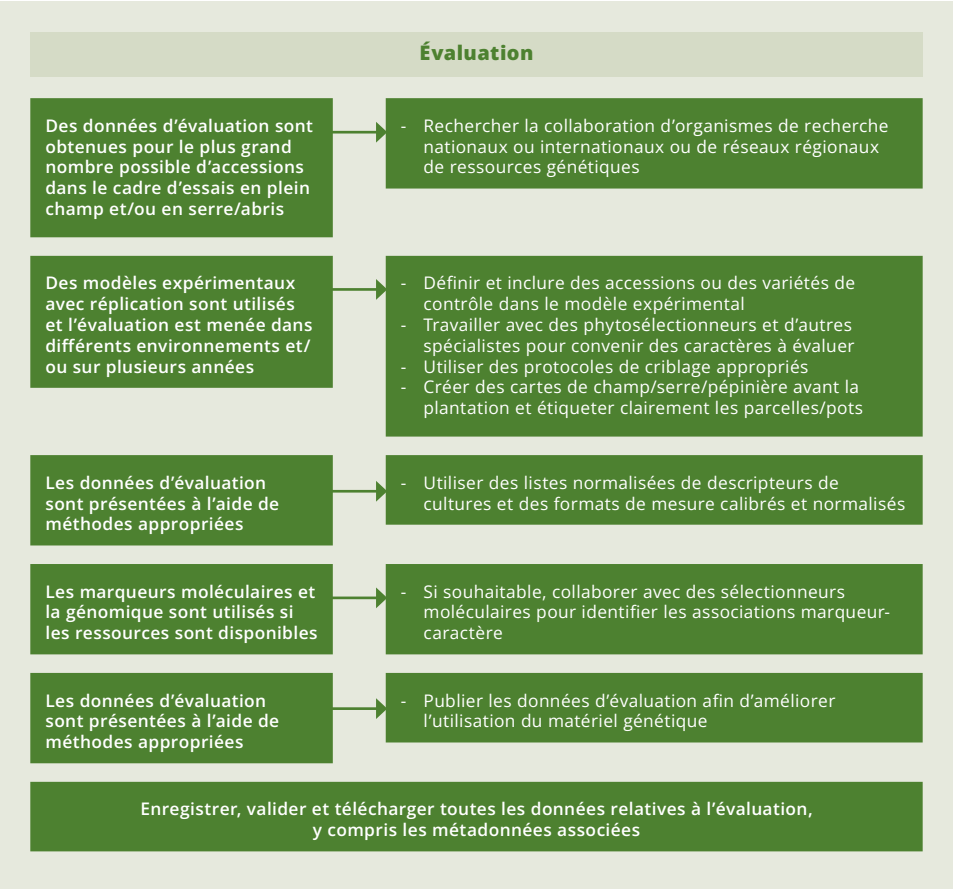
collaborez avec des sélectionneurs moléculaires pour identifier les associations marqueur-caractère.

✔ **Toutes les données relatives à l'évaluation, y compris les métadonnées associées, sont enregistrées, validées et téléchargées dans le système de gestion de l'information de la banque de gènes[56]**
Les données à prendre en compte sont le lieu, les dates de plantation et de récolte, les pratiques culturales utilisées (espacement, désherbage, irrigation, application de pesticides, etc.) et les dates de mise en œuvre, le nombre de répétitions, les accessions ou variétés de contrôle utilisées, les descripteurs mesurés et les résultats, les dates d'enregistrement, le personnel responsable, les techniques de laboratoire (moléculaires, etc.) et les dates auxquelles elles ont été effectuées. Envisager l'utilisation d'appareils électroniques pour éviter les erreurs de transcription et faciliter le téléchargement. À défaut, l'utilisation d'une encre indélébile (ou d'un crayon) et d'une écriture claire et lisible sont nécessaires lors de l'enregistrement des données. L'emploi d'étiquettes et de lecteurs de codes-barres facilite la gestion des entrées et minimise les erreurs humaines.

✔ **Les données d'évaluation pertinentes sont mises à la disposition du public**
Le fait de mettre les données sélectionnées à la disposition des utilisateurs potentiels de matériel génétique aux niveaux des banques de gènes, au niveau national, régional et mondial améliorera leur utilisation (voir la section Documentation). La publication des données d'évaluation favorisera également l'utilisation de la collection de matériel génétique, en particulier par les phytosélectionneurs.

[56] Normes 5.7.2.

Figure 9. Résumé du déroulement des opérations et des activités liées à l'évaluation



9. Documentation





©Crop Trust/Michael Major

Documentation de la banque de gènes, Australian Pastures Genebank

Il convient que la banque de gènes se dote de politiques et/ou procédures écrites, selon le cas, pour la gestion des données et des informations de la banque de gènes, y compris des lignes directrices pour le partage des données[57].

✔ **Un système de gestion de l'information de la banque de gènes est développé spécifiquement pour la banque de gènes ou l'un des systèmes disponibles est utilisé/adapté**

Le système d'information de la banque de gènes est idéalement conçu pour gérer toutes les données et informations générées relatives à tous les aspects de la conservation et de l'utilisation du matériel génétique entreposé dans la banque de gènes en champ, y compris les données de passeport, d'établissement et de gestion du champ, de régénération, de caractérisation, d'évaluation, de distribution et les métadonnées[58] . Il est souhaitable d'employer des outils intégrant la vérification automatisée de l'inventaire et de la santé des plantes ainsi que le signalement des accessions nécessitant une régénération.

GRIN-Global a été développé par l'USDA-ARS, le Global Crop Diversity Trust et Bioversity International pour permettre aux banques de gènes de stocker et de gérer les informations associées aux ressources phytogénétiques. Il est disponible gratuitement (GRIN-Global, 2021). Parmi les autres systèmes figurent le système d'information sur les ressources génétiques végétales (AVGRIS) de l'AVRDC (AVRDC, 2021), le système allemand d'information sur les banques de gènes (GBIS) (GBIS/I, 2021) et Alelo développé par l'Institut national de recherche agronomique brésilien (Embrapa) (Embrapa, 2021).

[57] Voir la figure 9 à la fin de cette section pour un résumé du déroulement des opérations et des activités relatives à la documentation.

[58] Normes 5.8.1 et 5.8.2.

✔ **Des normes de données internationales sont adoptées pour assurer la cohérence des données partagées entre les différents systèmes d'information et programmes**

L'enregistrement des données de passeport des accessions à l'aide des descripteurs de passeport multi-cultures de la FAO/Bioversity (Alercia, Diulgheroff et Mackay, 2015) et l'utilisation de descripteurs normalisés, convenus à l'échelle internationale et spécifiques aux cultures pour la caractérisation et l'évaluation[59] facilitent l'échange de données et la comparaison des accessions entre différents pays et institutions. Il est souhaitable que les données de passeport soient disponibles pour toutes les accessions de la collection de la banque de gènes[60].

Un numéro d'accession unique et permanent est un élément clé d'une documentation et d'une identification correctes. L'utilisation volontaire d'identificateurs d'objets numériques (DOI) (Alercia, Diulgheroff et Mackay, 2015; FAO, 2021a) est une option supplémentaire pour le partage d'informations entre différents systèmes d'information et différentes communautés, mais ne peut pas remplacer l'attribution du numéro d'accession unique et permanent de la banque de gènes.

✔ **Toutes les données et informations relatives à tous les aspects de la conservation et de l'utilisation du matériel génétique, y compris les images et les métadonnées, sont enregistrées, validées et téléchargées vers le système de gestion de l'information de la banque de gènes[61]**

Il est important que le personnel soit formé à l'enregistrement et à la saisie des données, en étroite collaboration avec les responsables de la documentation et les conservateurs des collections de matériel génétique. Il serait utile que des membres du personnel soient chargés de gérer le système de gestion de l'information de la banque de gènes, et notamment de veiller à ce que les données soient toujours actualisées. Il est recommandé que les conservateurs des banques de gènes et les responsables de la documentation valident les données avant qu'elles ne soient téléchargées dans le système de gestion de l'information des banques de gènes.

✔ **Des appareils mobiles sont utilisés pour saisir les données, si possible**

L'utilisation de codes-barres facilite tous les aspects de la gestion des banques de gènes, en particulier la documentation.

✔ **Les données enregistrées sur papier sont numérisées et des mesures sont mises en place pour vérifier les erreurs de transcription des données manuscrites et électroniques**

---

59 Voir la section Caractérisation et la section Évaluation.

60 Normes 5.8.1.

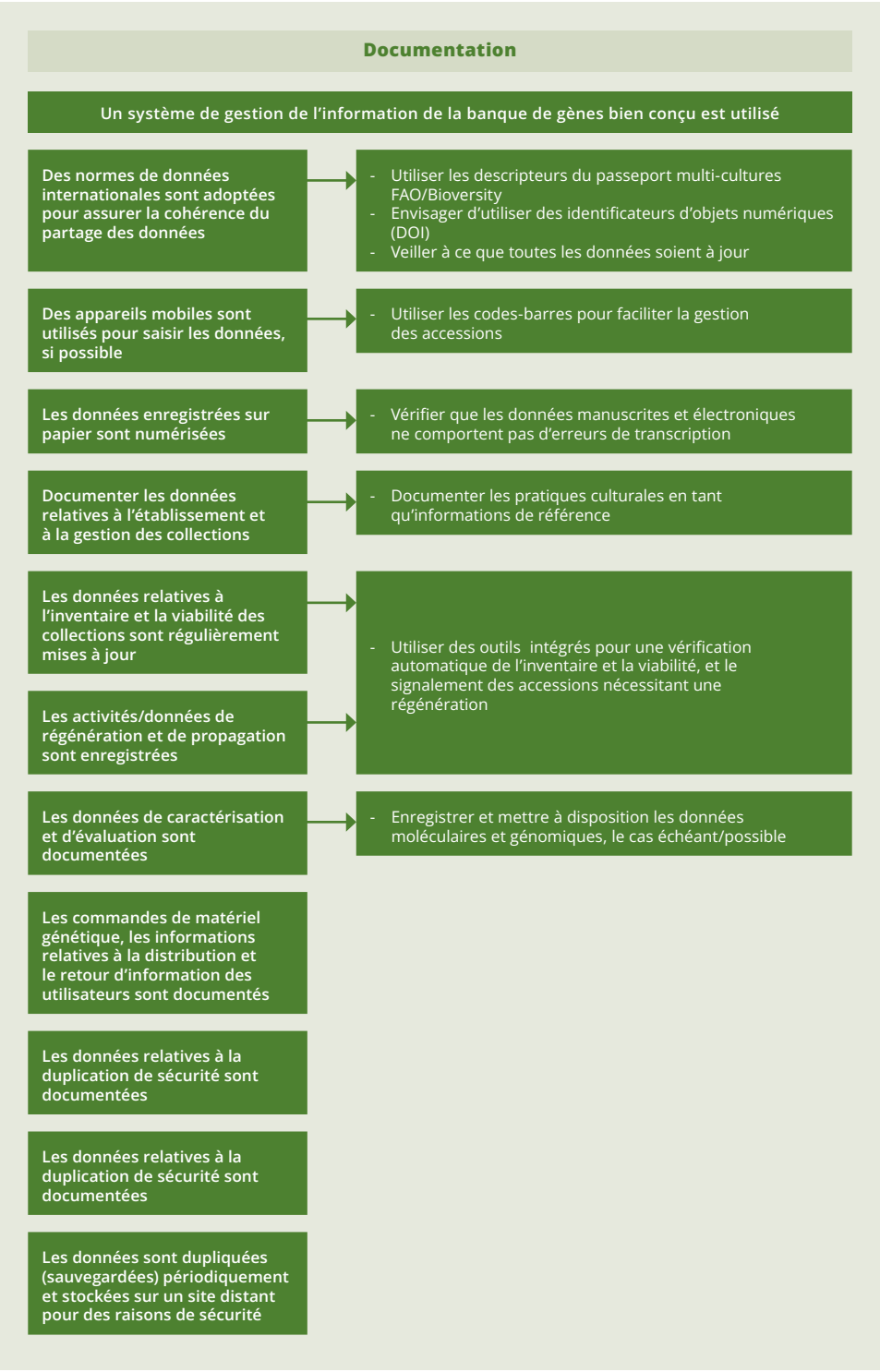
61 Normes 5.8.3.

✔ **Les données sont accessibles au public par interrogation de la base de données, si possible**

La publication de données sur les fonds de la banque de gènes accroît les possibilités d'utilisation du matériel génétique et ajoute donc à la valeur et au prestige de la banque de gènes. Toutes les banques de gènes ne sont pas en mesure de maintenir un portail web pour l'accès externe aux informations sur les collections, aussi, il est souhaitable d'envisager de fournir des informations par l'intermédiaire de Genesys un portail international géré par le Global Crop Diversity Trust (Global Crop Diversity Trust, 2021). Genesys permet de partager les données relatives aux accessions des banques de gènes du monde entier et facilite la commande de matériel génétique. Il comprend des données de passeport, de caractérisation et d'évaluation au niveau de l'accession, ainsi que des informations environnementales. Une autre option pour rendre les données de passeport des accessions des banques de gènes accessibles au public est fournie par le Système mondial d'information et d'alerte rapide sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture (WIEWS) de la FAO (FAO, 2021d). En servant de référentiel de données pour l'indicateur végétal de la cible 2.5 des objectifs de développement durable (Nations Unies, 2021), le WIEWS stocke et publie des données de passeport au niveau des accessions pour le plus grand inventaire mondial de collections *ex situ* (FAO, 2021e).

✔ **Les données sont dupliquées (sauvegardées) périodiquement et stockées sur un site distant pour se prémunir contre toute perte due à un incendie, une panne informatique, une violation de données, etc.**

Figure 10. Résumé du déroulement des opérations et des activités liées à la documentation



10. Distribution





©CIP/Rogers Charles

Patate douce, Institut de recherche agricole de Tanzanie

Il convient que la banque de gènes se dote de politiques et/ou procédures écrites, selon le cas, pour la distribution de matériel génétique, y compris le processus d'examen permettant de vérifier le respect des réglementations et obligations juridiques, phytosanitaires et autres, ainsi que des instructions étape par étape pour la préparation de l'envoi, le suivi après l'envoi et l'établissement de rapports au Secrétariat du Traité ou à un point focal national ou à une autre autorité désignée, le cas échéant[62].

✔ **La banque de gènes respecte les réglementations et accords nationaux, régionaux et internationaux[63]**

Le processus de distribution du matériel génétique est régi par des réglementations nationales et internationales. Il convient que la banque de gènes communique avec les autorités désignées appropriées sur les éventuelles questions concernant la distribution du matériel génétique. Les points suivants permettent de s'assurer du respect de ces obligations:

- Il convient que la banque de gènes communique avec le Secrétaire du Traité ou un point focal national ou une autre autorité désignée si d'autres pays sont impliqués dans la distribution du matériel génétique.
- Si le pays de la banque de gènes est signataire du Traité et que du matériel génétique de cultures ou d'espèces inscrites à l'Annexe 1 du Traité (FAO, 1995) est distribué pour les utilisations prévues par le Traité (c'est-à-dire la recherche, la sélection et la formation pour l'alimentation et l'agriculture), il est nécessaire d'utiliser un SMTA (FAO, 2021b; c).

[62] Voir la figure 11 à la fin de cette section pour un résumé du déroulement des opérations et des activités relatives à la distribution de matériel génétique.

[63] Normes 5.9.1.

- Si le pays de la banque de gènes n'est pas une Partie contractante au Traité ou si le matériel génétique n'est pas couvert par l'Annexe 1, il est recommandé de conclure un accord avec le bénéficiaire sur les termes et conditions de la distribution du matériel génétique – couvrant, par exemple, l'utilisation et le partage ultérieur du matériel ou de ses dérivés, la communication des données, etc. Un Accord de transfert de matériel (MTA) est généralement utilisé (par exemple, AVRDC, 2012), bien qu'un SMTA puisse également être utilisé.

✔ **Une politique est établie concernant le nombre de propagules à distribuer pour une espèce donnée**

Pour les accessions ayant trop peu de propagules au moment de la demande, et en l'absence d'une autre accession appropriée, des échantillons sont fournis après la régénération, sur la base d'une demande renouvelée. Pour certaines espèces et pour certaines utilisations, un plus petit nombre d'échantillons est suffisant.

✔ **La documentation requise est demandée et obtenue**

Les règlements relatifs aux permis d'importation, qui précisent les exigences phytosanitaires et toute autre obligation d'importation, y compris les exigences en matière d'emballage, doivent être demandés à l'autorité nationale compétente du pays destinataire. Les documents souvent exigés par l'autorité nationale compétente du pays destinataire comprennent un certificat phytosanitaire, des déclarations supplémentaires, un certificat de donation, un certificat d'absence de valeur commerciale et un permis d'importation.

✔ **Le matériel végétatif provenant des banques de gènes en champ est soumis à des procédures de traitement et d'indexation avant d'être distribué aux utilisateurs de matériel génétique**

- Des méthodes de décontamination de surface sont appliquées pour éliminer les contaminants des explants prélevés sur du matériel cultivé en plein champ ou en serre/abri (*ex vivo*).
  - Il s'agit d'effectuer, par exemple, une stérilisation à l'aide d'une solution d'eau de Javel, un traitement à l'eau chaude ou un traitement à l'ozone dissous dans l'eau (voir Umber *et al.*, 2020).
- Le matériel végétal est indexé pour les virus connus et en est confirmé indemne.
  - Les procédures d'indexation mises au point et validées pour les tests de routine comprennent le test d'immuno-absorption enzymatique (ELISA), la réaction en chaîne de la polymérase (PCR), la réaction en chaîne de la polymérase par transcription inverse (RT-PCR) et les techniques d'hybridation de l'acide nucléique par sonde non radioactive (NASH) (voir Selvarajan *et al.*, 2009).

- ✔ **Des dispositions sont prises avec les autorités ou agents compétents (c'est-à-dire l'organisation nationale de protection des végétaux du pays) pour inspecter ou tester le matériel afin de s'assurer qu'il est conforme à la réglementation du pays importateur et de délivrer le certificat phytosanitaire correspondant**

- ✔ **Le délai entre la réception d'une demande et l'expédition des échantillons est réduit au minimum**

- ✔ **Les échantillons sont soigneusement étiquetés et ne sont pas mélangés pendant la manipulation**
  Les échantillons sont correctement étiquetés, de préférence avec des étiquettes générées par ordinateur pour réduire les erreurs de transcription, dont l'une placée à l'extérieur et l'autre à l'intérieur de chaque paquet pour garantir que le matériel soit correctement identifié.

- ✔ **Le choix du matériel d'emballage et du transport permet une livraison sûre et rapide**
  Veillez à ce que le matériel parvienne à la banque de gènes de destination en bon état, en tenant compte du temps nécessaire au traitement des documents, au délai d'expédition, au délai de transit et des conditions de transit (températures et/ou humidité élevées dans les pays tropicaux). Il est recommandé d'utiliser des lignes directrices/recommandations en matière d'emballage et d'expédition similaires à celles utilisées pour l'acquisition des boutures (voir la section Acquisition). Si l'on distribue des vitroplants, il est également possible d'utiliser des flacons en plastique stériles, transparents et étanches, et de les emballer stablement sans trop les serrer dans une boîte ou un carton, en ajoutant du papier froissé ou du polystyrène pour les protéger des chocs.

- ✔ **Tous les documents requis sont inclus dans l'envoi (à l'attention du destinataire) et attachés à l'extérieur du conteneur (à l'attention des fonctionnaires des douanes) afin de garantir un traitement fluide pendant le transit et à la frontière du pays de destination[64]**
  Il est recommandé d'envoyer les informations pertinentes avec l'envoi[65], y compris les données sur les accessions (dont une liste détaillée avec l'identification de l'accession, le nombre et/ou le poids des échantillons, et les données clés du passeport), le permis d'importation, le certificat phytosanitaire ou la déclaration de douane, le cas échéant.

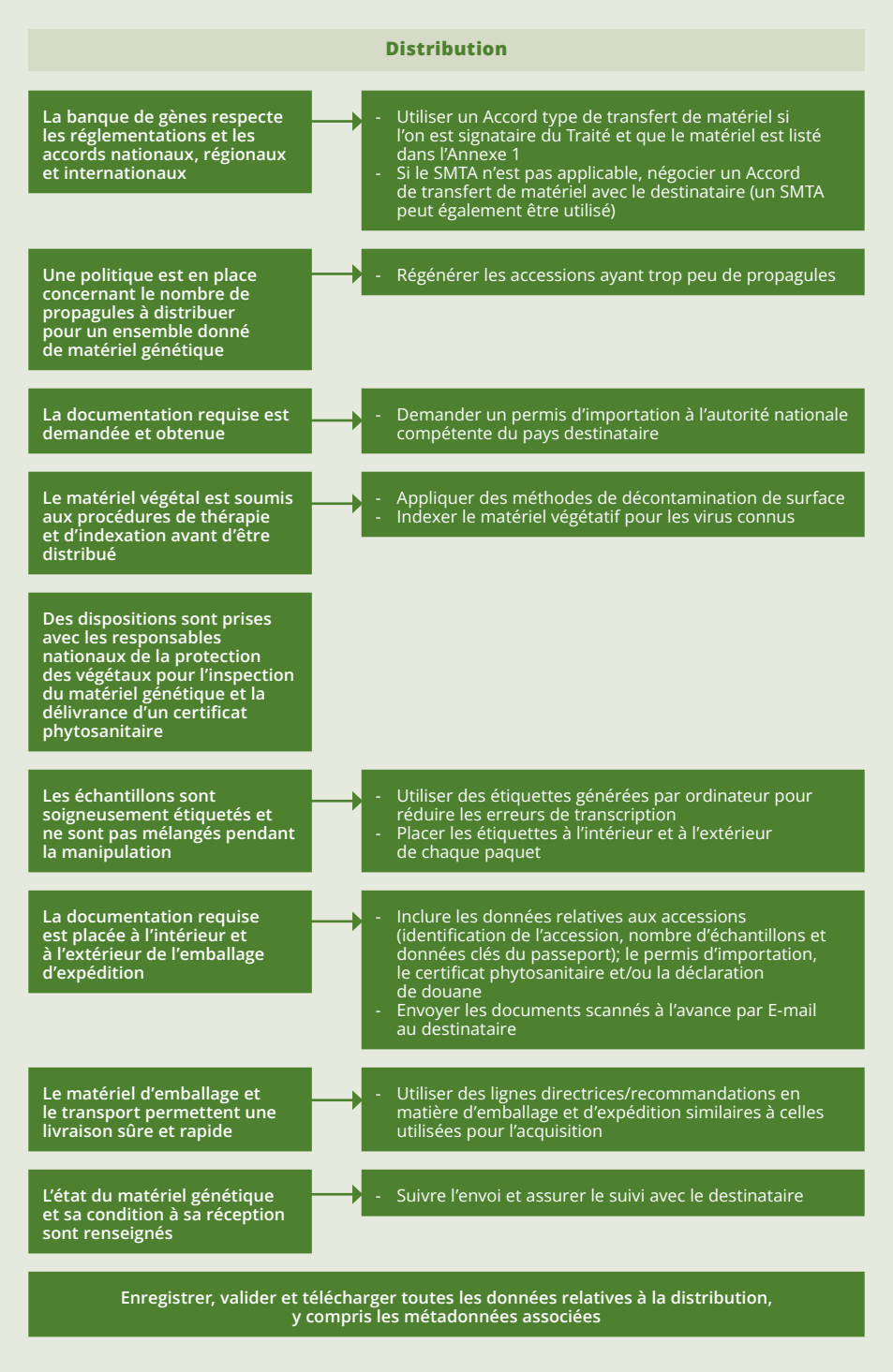
[64] Normes 5.9.2.

[65] Normes 5.9.3.

- ✔ **La livraison du matériel génétique et son état à l'arrivée à destination sont vérifiés par un suivi auprès du destinataire**
  Il est recommandé de suivre l'expédition et d'assurer un suivi avec le destinataire sur l'état et la performance du matériel génétique distribué.

- ✔ **Toutes les données relatives à la distribution, y compris les métadonnées associées, sont enregistrées, validées et téléchargées vers le système de gestion de l'information de la banque de gènes**
  Les données à prendre en compte sont le nom et l'adresse du demandeur, l'objet et la date de la demande, les échantillons demandés, les échantillons envoyés, le nombre de propagules par accession et/ou le poids, la référence au certificat phytosanitaire et au SMTA ou au MTA, le registre d'expédition et le retour d'information de l'utilisateur. Envisager l'utilisation d'appareils électroniques pour éviter les erreurs de transcription et faciliter le téléchargement. À défaut, l'utilisation d'une encre indélébile (ou d'un crayon) et d'une écriture claire et lisible sont nécessaires lors de l'enregistrement des données. L'emploi d'étiquettes et de lecteurs de codes-barres facilite la gestion des entrées et minimise les erreurs humaines.

Figure 11. Résumé du déroulement des opérations et des activités liées à la distribution du matériel génétique



11. Duplication de sécurité





©Global Crop Diversity Trust

Banque de gènes internationale du cacao, Trinidad

Il convient que la banque de gènes se dote de politiques et/ou procédures écrites, selon le cas, pour la duplication de sécurité du matériel génétique, y compris le processus d'examen pour vérifier le respect des réglementations et obligations légales, phytosanitaires et autres, et des instructions étape par étape pour la préparation de l'envoi, le suivi après l'envoi et les calendriers d'expédition[66,67].

✔ **Un échantillon faisant office de double de sécurité pour chaque accession originale est stocké dans un endroit distant, dans des conditions appropriées et en utilisant les meilleures pratiques et/ou étayée par une méthode/ stratégie de conservation alternative[68]**

Les doubles de sécurité sont déposés dans un lieu différent, distant de la collection principale et généralement dans un autre pays. L'emplacement du double de sécurité est choisi de manière à minimiser les risques éventuels et à offrir les meilleures conditions possibles, en tenant compte de la nécessité de disposer d'installations, de personnel et de ressources financières adéquats. Il doit être situé dans un endroit sociopolitiquement et géophysiquement stable. La banque de gènes/l'institut qui héberge les doubles de sécurité doit être en mesure de fournir des conditions en champ et/ou *in vitro* appropriées pour les accessions dupliquées. Les échantillons peuvent également être cryoconservés au centre de duplication[69]. La sélection du détenteur choisi pour le double de sécurité et un accord clair avec lui sont essentiels.

---

66 Le matériel dupliqué comprend les plantes à gérer sur le terrain, les plantules maintenues *in vitro* ou les tissus méristématiques en cours de cryoconservation.

67 Voir la figure 11 à la fin de cette section pour un résumé du déroulement des opérations et des activités relatives à la duplication de sécurité du matériel génétique.

68 Normes 5.10.4.

69 Voir les Normes applicables aux banques de gènes (chapitre 6).

✔ **Il existe un accord juridique entre la banque génétique déposante et la banque de gènes récipiendaire qui spécifie clairement les conditions dans lesquelles le matériel est conservé et géré**

Si la banque de gènes détentrice n'a pas encore conclu d'accord avec une autre banque de gènes pour dupliquer en toute sécurité les accessions originales, il convient de réfléchir à l'endroit le plus approprié pour les dupliquer, qui dépendra de la méthode choisie pour la duplication de sécurité.

✔ **La banque de gènes respecte les réglementations et obligations légales, phytosanitaires et autres, et chaque échantillon faisant office de double de sécurité est accompagné des informations pertinentes qui s'y rapportent**

Dès le début du processus de planification, il convient de discuter avec la banque de gènes hôte de la documentation requise (à la fois pour la banque de gènes et le pays hôte) et des procédures douanières et de quarantaine applicables. Cela permettra d'assurer le transfert du matériel génétique en temps voulu.

✔ **Les doubles de sécurité sont de haute qualité et contiennent une quantité suffisante de matériel**

Il incombe au déposant de s'assurer que le matériel déposé est de haute qualité. Il convient:

- de dupliquer du matériel propre et sain,
- de veiller à ce que les échantillons dupliqués pour des raisons de sécurité soient suffisamment importants pour éviter tout risque de perte[70].

✔ **Les échantillons sont soigneusement étiquetés et ne sont pas mélangés pendant la manipulation**

Il est important de veiller à ce que les échantillons soient correctement étiquetés, de préférence à l'aide d'étiquettes générées par ordinateur afin de réduire les erreurs de transcription des noms et des numéros.

✔ **Le choix du matériel d'emballage et du transport permet une livraison sûre et rapide**

Veiller à ce que le matériel parvienne à la banque de gènes de destination en bon état, en tenant compte du temps nécessaire au traitement des documents, du délai d'expédition, du temps de transit et des conditions de transit (températures et/ou humidité élevées dans les pays tropicaux). Il est recommandé d'utiliser des lignes directrices/recommandations en matière d'emballage et d'expédition similaires à celles utilisées pour la distribution (voir la section Distribution).

[70] Il est recommandé de dupliquer au moins 2 à 3 plantes pour les espèces pérennes ligneuses ou herbacées à multiplication végétative et de 4 à 10 plantes pour les espèces annuelles.

✔ **Chaque échantillon en double de sécurité est accompagné des informations pertinentes associées**

Il est recommandé de joindre les informations pertinentes à l'envoi, y compris une liste détaillée avec l'identification de l'accession, les données clés du passeport, la quantité totale de propagules (en poids ou en quantité), le type de récipient et le permis d'importation, le certificat phytosanitaire ou la déclaration de douane, le cas échéant. Il est souhaitable de scanner les documents et de les envoyer par courrier électronique, ou d'envoyer des copies papier par la poste, avant l'expédition du matériel génétique.

✔ **Toutes les données relatives à la duplication de sécurité, y compris les métadonnées associées, sont enregistrées, validées et téléchargées dans le système de gestion de l'information de la banque de gènes**

Les données à prendre en compte sont la localisation des accessions dupliquées pour des raisons de sécurité; les échantillons envoyés, le nombre de réplicats par accession et le registre d'expédition; la référence à l'accord juridique, au certificat phytosanitaire, etc. Envisager l'utilisation d'appareils électroniques pour éviter les erreurs de transcription et faciliter le téléchargement. À défaut, l'utilisation d'une encre indélébile (ou d'un crayon) et d'une écriture claire et lisible sont nécessaires lors de l'enregistrement des données. L'emploi d'étiquettes et de lecteurs de codes-barres facilite la gestion des entrées et minimise les erreurs humaines.

✔ **Le système de gestion de l'information de la banque de gènes est régulièrement vérifié pour s'assurer que toute nouvelle accession non dupliquée en toute sécurité est identifiée et préparée pour la duplication en toute sécurité, le cas échéant**

Figure 12. Résumé du déroulement des opérations et des activités liées à la duplication de sécurité du matériel génétique



12. Personnel et sécurité





©Thomas Cristofoletti

Application sûre des pesticides, Égypte

Personnel

Il convient que la banque de gènes se dote d'une stratégie en place pour le personnel, y compris une planification de la relève; un budget correspondant doit être alloué et révisé régulièrement[71].

✔ **La banque de gènes dispose d'un plan de ressources humaines assorti d'une allocation budgétaire annuelle appropriée, et le personnel possède les connaissances, les compétences, l'expérience et les qualifications nécessaires pour exécuter toutes les tâches de la banque de gènes de manière efficace et efficiente**

Une gestion réussie de la banque de gènes nécessite un minimum de personnel bien formé avec des responsabilités clairement définies pour la gestion des accessions[72]. Il convient:

- de s'assurer que le directeur de la banque de gènes et le personnel chargé de tâches spécifiques revoient et mettent à jour régulièrement les SOP, le cas échéant,
- de s'assurer que les conservateurs et le personnel d'appui technique possèdent des connaissances et des compétences en agriculture, horticulture et taxonomie des plantes cultivées et de leurs parents sauvages,
- de pouvoir consulter des spécialistes disciplinaires et techniques dans une série de domaines, tels que la taxonomie, la physiologie, la phytopathologie, la sélection et la génétique des populations,

[71] Voir la figure 13 à la fin de cette section pour un résumé du déroulement des opérations et des activités concernant le personnel et la sécurité.

[72] Normes 5.10.3.

- d'organiser régulièrement des sessions de formation en cours d'emploi et, si possible, de veiller à ce que le personnel puisse participer à des formations à intervalles réguliers afin rester informé des derniers développements,
- de prévoir une rotation des tâches pour rendre le travail aussi varié que possible et impliquer tout le personnel (dans la mesure du possible) dans les réunions et les discussions,
- de retenir le personnel compétent en reconnaissant et en récompensant ses excellentes performances.

✔ **Les risques associés à la dotation en personnel sont inclus dans l'identification, l'analyse et la gestion des risques**

La sécurité de la conservation dépend d'une évaluation précise et d'une gestion appropriée des risques (voir l'annexe). Par conséquent, il importe que toutes les banques de gènes établissent et mettent en œuvre des stratégies de gestion des risques qui traitent des risques physiques et biologiques dans l'environnement quotidien auquel le personnel, les collections et les informations connexes sont exposés.

Sécurité

Il convient que la banque de gènes se dote d'une stratégie de gestion des risques documentée qui comporte des mesures pour faire face aux coupures d'électricité, aux incendies, aux inondations, aux tremblements de terre, aux guerres et aux troubles civils[73]. Cette stratégie et le plan d'action qui l'accompagne doivent être régulièrement revus et mis à jour pour tenir compte de l'évolution des circonstances et des nouvelles technologies.

✔ **Une stratégie de gestion des risques est en place**

Une stratégie de gestion des risques comporte les éléments suivants (SGRP-CGIAR, 2010d):

- *Communication et consultation*: veiller à ce que tous ceux qui seront impliqués dans la mise en œuvre d'un système de gestion des risques connaissent les concepts, la méthodologie, la terminologie, les exigences en matière de documentation et les processus de prise de décision du système.
- *Etablir le contexte*: prendre en compte les objectifs/activités/tâches de la banque de gènes, l'environnement dans lequel les activités se déroulent et les parties prenantes.
- *Identification des risques*: lister les risques pertinents pour les opérations de la banque de gènes.
- *Analyse des risques*: évaluer l'impact (ou la conséquence) potentiel des risques identifiés et leur vraisemblance (probabilité).

[73] Normes 5.10.1.

- *Évaluation du risque*: déterminer le niveau de risque acceptable.
- *Traitement des risques*: identifier les actions à entreprendre afin de traiter les risques pour lesquels le niveau de risque total actuel est considéré comme inacceptable, en donnant la priorité aux risques résiduels les plus élevés.
- *Suivi et révision*: analyser le système de gestion des risques et déterminer s'il est nécessaire de le modifier. Les responsabilités en matière de suivi et d'examen doivent être clairement définies et documentées.

✔ **Un membre du personnel responsable de la sécurité et de la santé au travail (SST) dans la banque de gènes est nommé et reçoit une formation en SST**

La SST traite de tous les aspects de la santé et de la sécurité sur le lieu de travail et met fortement l'accent sur la prévention primaire des risques[74]. La plupart des pays disposent d'une politique en matière de SST. L'Organisation internationale du travail (OIT) fournit des profils de pays sur la SST (OIT, 2021).

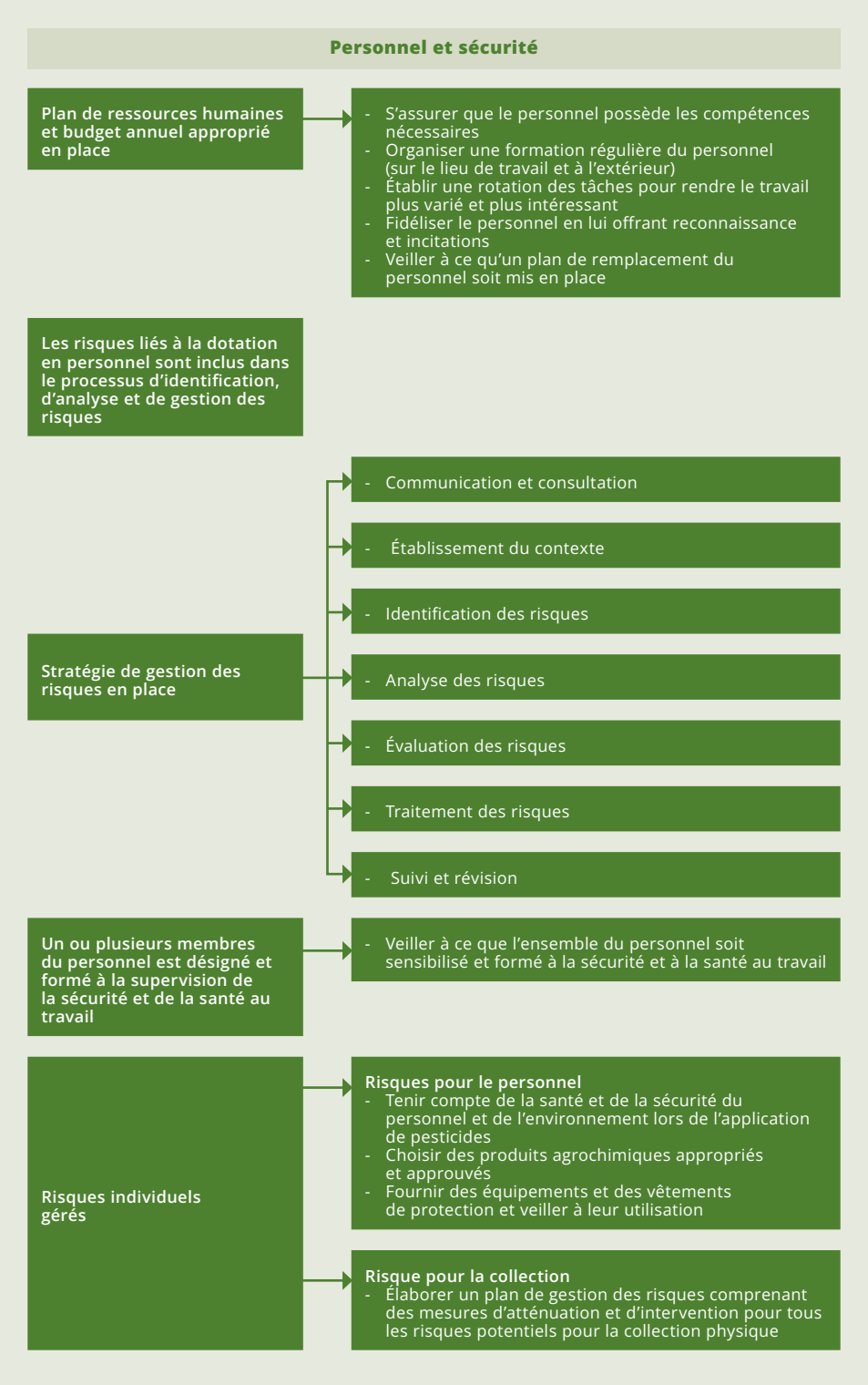
✔ **L'ensemble du personnel est conscient des exigences en matière de SST et est tenu au courant de tout changement**

Il est recommandé que l'ensemble du personnel de la banque de gènes soit informé des détails de la stratégie de gestion des risques et comprenne clairement les responsabilités en matière de mise en œuvre et de suivi de la stratégie et du plan d'action. Il convient:

- de veiller à ce que les règles de sécurité et de santé au travail soient visibles dans les zones de la banque de gènes les plus exposées aux risques,
- d'instruire le personnel sur l'utilisation correcte et sûre de l'équipement, avec une formation régulière sur la santé et la sécurité dans les environnements de terrain, de serre et de laboratoire,
- de choisir des produits agrochimiques appropriés et approuvés au niveau national pour réduire les risques,
- de fournir des équipements et des vêtements de protection en bon état de fonctionnement, conformément aux exigences de la SST, et veiller à ce qu'ils soient régulièrement vérifiés et utilisés comme prévu. Le responsable SST est chargé de l'entretien des équipements de sécurité.

[74] Normes 5.10.2.

Figure 13. Résumé du déroulement des opérations et des activités concernant le personnel et la sécurité



13. Infrastructures et équipements





©Crop Trust/Shawn Landersz

Serres, Centre international d’agriculture tropicale (CIAT)

Cette section examine les infrastructures et les équipements suggérés pour une banque de gènes en champ (tableau 2). Les besoins en infrastructures d'une banque de gènes en champ sont relativement faciles à satisfaire. Des bureaux sont nécessaires pour accueillir les conservateurs, les techniciens de terrain et le responsable de la documentation. Il est souvent souhaitable de disposer d'une serre/abri pour conserver dans des conditions plus contrôlées certaines accessions difficiles à maintenir sur le terrain. La serre/abri peut également servir au greffage. Des pépinières ombragées où le matériel greffé ou enraciné peut être cultivé jusqu'au moment de sa transplantation sur le terrain sont nécessaires. Il peut être nécessaire de clôturer la banque de gènes en champ afin de protéger les plantes contre les animaux envahisseurs ou le vol. L'installation doit être conforme à la loi et aux exigences des organismes de réglementation compétents. L'environnement opérationnel et l'équipement doivent être conformes aux normes nationales et internationales et aux règles de sécurité.

Des références sont disponibles pour la mise en place et le fonctionnement des banques de gènes en champ, et sont incluses dans la section Informations/lectures complémentaires. Une règle importante à retenir est que les opérations et la conception de l'espace de travail doivent être planifiées de manière à ce que le matériel génétique et les matériaux ne soient pas contaminés, perdus ou mal placés. La délimitation physique des zones propres et sales, permettant une avancée unidirectionnelle des échantillons progressant à travers des niveaux croissants de propreté et de sécurité, est un moyen de contrôler la contamination et le flux de travail.

Tableau 2. Infrastructures et équipements généraux recommandés pour une banque de gènes en champ

Domaines d'exploitation/de gestion de la banque de gènes
Besoins généraux
Espace de bureau et fournitures; ordinateurs, imprimantes et accessoires; enregistreurs de données climatiques; appareils mobiles pour l'enregistrement électronique des données et lecteurs de codes-barres; accès aux ressources scientifiques et techniques; accès à l'internet
Acquisition
Matériel de collecte, y compris des sacs en tissu et/ou en papier, des sacs/récipients retenant l'humidité pour les graines récalcitrantes, étiquettes (idéalement à code-barres), loupes, ciseaux, bâches, sécateurs, matériel d'emballage, presses à herbier
Fiches de données de collecte ou appareils mobiles pour l'enregistrement électronique des données, GPS ou altimètre
Incinérateur, solutions de décontamination des surfaces, couteaux, pinces, scalpels, balance pour peser les fruits et les graines, appareil photo pour enregistrer les échantillons à l'arrivée
Mise en place et gestion des champs
Tracteur(s) et accessoires (charrues, rotavators, etc.), équipement pour l'application de pesticides (pulvérisateurs motorisés ou manuels), matériel d'irrigation/approvisionnement en eau, outils de greffage et de taille, structures de soutien (arbres, pieux de bois, bâtons de bois, etc.), etc. structures de soutien (arbres, tuteurs de bois, fils de fer, etc.), filets, etc.
Régénération et propagation
Serres/abris ou espace de terrain pour la culture de boutures, pots, compost, porte-greffe, milieux d'enracinement
Caractérisation et évaluation
Accès au champ, au laboratoire ou à la serre/abri selon les besoins
Équipement et machines pour le champ, le laboratoire, la serre ou l'abri, selon les besoins, en fonction des espèces et des caractères enregistrés
Pots, piquets et étiquettes pour les parcelles (idéalement des étiquettes à code-barres), sacs en tissu étiquetés ou autres contenants appropriés
Matériel d'analyse moléculaire (RAPD, ISSR, SSR), si possible
Fiches de données ou appareils mobiles pour l'enregistrement électronique des données, lecteur de code-barres

Tableau 2 *(Suite)*

Domaines d'exploitation/de gestion de la banque de gènes
Documentation
Système de gestion de la base de données/de l'information de la banque de gènes conçu de manière appropriée et aligné sur les MCPD de la FAO/Bioversity et à d'autres normes de données, par exemple GRIN-Global
Base de données dotée d'outils automatisés intégrés permettant de vérifier l'inventaire et la santé des plantes, et de signaler les accessions nécessitant une régénération et une propagation
Sauvegarde/stockage des données
Distribution et duplication de sécurité
Sacs/conteneurs retenant l'humidité pour les boutures ou sacs en plastique stériles pour le matériel génétique *in vitro*. Sacs en plastique thermoscellables et machine à sceller, étiquettes (de préférence à code-barres), matériaux d'emballage
Fiches de données ou appareils mobiles pour l'enregistrement électronique des données, lecteur de code-barres
Sécurité et personnel
Générateur(s), équipement d'extinction d'incendie, caméras de sécurité, systèmes d'alarme, portes de sécurité
Vêtements et équipements de protection tels que masques anti-poussière, gants et chaussures

14. Références

Alercia, A., Diulgheroff, S. et Mackay, M. 2015. *FAO/Bioversity Multi-Crop Passport Descriptors V.2.1 [MCPD V.2.1]*. Rome, FAO and Bioversity International. 11 p. http://www.bioversityinternational.org/e-library/publications/detail/faobioversity-multi-crop-passportdescriptors-v21-mcpd-v21/

AVRDC (World Vegetable Center). 2012. *Material Transfer Agreement for Germplasm Accessions*. Shanhua, la Province chinoise de Taïwan. https://avrdc.org/?wpfb_dl=524 (page web consultée le 29 octobre 2021).

AVRDC. 2021. *Vegetable Genetic Resources Information System*. Shanhua, la Province chinoise de Taïwan. https://avrdc.org/our-work/managing-germplasm (page web consultée le 29 octobre 2021).

CIPV (Convention internationale pour la protection des végétaux). 2021. *List of NPPOs of IPPC Contracting parties.* https://www.ippc.int/fr/countries/nppos/list-countries/ (page web consultée le 29 octobre 2021).

Dansi, A. 2011. Collecting vegetatively propagated crops (especially roots and tubers). Dans: L. Guarino, V. Ramanatha Rao et E. Goldberg, eds. *Collecting plant genetic diversity: Technical guidelines–2011 update*. Roma, Bioversity International. https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=666

EMBRAPA (Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria). 2021. *Alelo.* Brasilia. https://alelo.cenargen.embrapa.br/index_en.html (page web consultée le 29 octobre 2021).

FAO (Organisation pour l'alimentation et l'agriculture). 1995. *Liste des espèces cultivées couvertes par le système multilatéral*. Rome. https://www.fao.org/3/bc084f/bc084f.pdf

FAO. 2014. *Normes applicables aux banques de gènes pour les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture*. Rome. https://www.fao.org/3/i3704f/i3704f.pdf

FAO. 2021a. *Identificateurs d'objets numériques*. Rome. https://www.fao.org/plant-treaty/areas-of-work/global-information-system/doi/fr/ (page web consultée le 29 octobre 2021).

FAO. 2021b. *Le Système Multilatéral*. Rome. https://www.fao.org/plant-treaty/areas-of-work/the-multilateral-system/landingmls/fr/ (page web consultée le 29 octobre 2021).

FAO. 2021c. *Page d'accueil de Easy-SMTA*. Rome. https://mls.planttreaty.org/itt/index.php?r=site/index&lang=fr (page web consultée le 29 octobre 2021).

FAO. 2021d**.** *Crop Calendar – Information Tool for Crop Production*. Rome. https://cropcalendar.apps.fao.org/#/home (page web consultée le 29 octobre 2021).

FAO. 2021e. *WIEWS* - Le Système mondial d'information et d'alerte rapide sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture. Rome. https://www.fao.org/wiews/fr/ (page web consultée le 29 octobre 2021).

FAO. 2021f. Ex Situ *(ODD 2.5.1.a)* - Vue d'ansemble. Rome. https://www.fao.org/wiews/data/ex-situ-sdg-251/overview/fr/ (page web consultée le 29 octobre 2021).

GBIS/I. 2021. GBIS - *The information system of the German Genebank*. Gatersleben, Allemagne. https://www.denbi.de/services/349-gbis-the-information-system-of-thegerman-genebank (page web consultée le 29 octobre 2021).

Global Crop Diversity Trust. 2021. *Genesys*. Bonn, Allemagne. https://www.genesys-pgr.org/ (page web consultée le 29 octobre 2021).

GRIN-Global. 2021. *The GRIN-Global Project.* Fort Collins, États-Unis d›Amérique. https://www.grin-global.org/ (page web consultée le 29 octobre 2021).

Guarino, L.G., Rao, L.R. et Reid, V., eds. 1995. *Collecting plant genetic diversity: Technical guidelines*. Wallingford, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, CAB International. https://hdl.handle.net/10568/104265

IITA (Institut international d'agriculture tropicale). 2012. *Standard Operation Procedures (SOP) for IITA Seedbank*. Ibadan, Nigéria. https://www.iita.org/wp-content/uploads/2017/SOP_for_IITA_Seedbank.pdf

IPGRI (Institut international des ressources phytogénétiques [remplacé par Bioversity International]). 2001. *Design and analysis of evaluation trials of genetic resources collections. A guide for genebank managers*. IPGRI Technical Bulletin No. 4. Rome. https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/images/file/learning_space/technicalbulletin4.pdf

Nations Unies. 2021. *SDG Indicators.* Rome. https://unstats.un.org/sdgs/metadata?Text=&Goal=2&Target=2.5 (page web consultée le 29 octobre 2021).

OIT (Organisation internationale du travail). 2021. *Country profiles on occupational safety and health and labour inspection.* Genève, Suisse. https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/country-profiles/lang--en/index.htm (page web consultée le 29 octobre 2021).

Pence, V.C. et Engelmann, F. 2011. Collecting *in vitro* for genetic resources conservation. Dans: L. Guarino, V. Ramanatha Rao et E. Goldberg, eds. *Collecting plant genetic diversity: Technical guidelines – 2011 update*. Rome, Bioversity International. https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php/procedures-mainmenu-242/collecting

Roots of Peace. 2007. *Vegetative propagation techniques*. Perennial Crop Support Series, Jalalabad, Afganistán, Publication No. 2007-003-AFG, USAID, Afganistan. https://www.sas.upenn.edu/~dailey/VegetativePropagationTechniques.pdf

Selvarajan, R.A., Balasubramanian, V., Sheeba, M.M., Raj Mohan, R. et Mustaffa, M.M. 2009. Virus-indexing technology for production of quality banana planting material: a boon to the tissue-culture industry and banana growers in India. *Acta Horticulturae*, 897: 463–469. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.897.63

SGRP-CGIAR (**Programme sur les ressources génétiques à l'échelle du Système CGIAR**). 2010a. *Crop Genebank Knowledge Base - Seed Bank*. Rome. https://cropgenebank.sgrp. cgiar.org/index.php/procedures-mainmenu-242/conservation-mainmenu-198/seedbank-mainmenu-199 (page web consultée le 29 octobre 2021).

SGRP-CGIAR. 2010b. *Crop Genebank Knowledge Base - Guidelines for testing germination of the most common crop species*. Rome. https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/images/file/procedures/guidelines%20for%20testing%20germination%20of%20the%20most%20common%20crop%20species.pdf (page web consultée le 29 octobre 2021).

Thompson, L. 1995. Collecting woody perennials. Dans: L. Guarino, V. Ramanatha Rao et R. Reid, eds. *Collecting Genetic Plant Diversity: Technical Guidelines*, pp. 485–509. Wallingford, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, CAB International.

UPOV (Union internationale pour la protection des obtentions végétales). 2011. *Descriptor lists*. Genève, Suisse. https://www.upov.int/test_guidelines/en/list.jsp (page web consultée le 29 octobre 2021).

USDA-ARS (United States Department of Agriculture – Agricultural Research Service). 2021. *U.S. National Plant Germplasm System – Descriptors.* Fort Collins, États-Unis d›Amérique. https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/descriptors (page web consultée le 29 octobre 2021).

15. Informations/lectures complémentaires

La liste de références ci-dessous fournit des conseils et/ou des informations techniques sur les opérations et la gestion des banques de gènes. Des références supplémentaires peuvent être trouvées dans les *Normes applicables aux banques de gènes pour les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture*. (FAO, 2014).

Général

Anthony, F., Astorga, C., Avendaño, J. et Dulloo, E. 2007. Conservation of coffee genetic resources in the CATIE field genebank. Dans: R. Engelmann, M.E. Dulloo, C. Astorga, S. Dussert et F. Anthony, eds. *Conserving coffee genetic resources*. *Complementary strategies for* ex situ *conservation of coffee (*Coffea arabica *L.) genetic resources*, pp. 23–34. Rome, Bioversity International.

Bramel, P., Krishnan, S., Horna, D., Lainoff, B. et Montagnon, C. 2017. *Global conservation strategy for coffee genetic resources*. Bonn, Allemagne, Global Crop Diversity Trust and Portland, États-Unis d'Amérique, World Coffee Research. 72 pp. https://cdn.croptrust.org/wp/wp-content/uploads/2017/07/Coffee-Strategy_Mid_Res.pdf

Bundessortenamt. 2013. *Genebank quality manual*. Hannover, Alemania, Federal Plant Variety Office, 33 pp. https://www.ecpgr.cgiar.org/fileadmin/templates/ecpgr.org/upload/AEGIS/Documents/Procedures_examples/Genebank_manuals/BSA_operational_genebank_manual_16-06-2013.pdf

Engelmann, F. 2012. Germplasm collection, storage and conservation. Dans: A. Altman et P.M. Hasegawa, eds. *Plant biotechnology and agriculture*, pp. 255–268. Oxford, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, Academic Press.

Engels, J.M.M. et Visser, L., eds. 2003. *A guide to effective management of germplasm collections.* IPGRI handbooks for genebanks No. 6. Rome, IPGRI. 165 p. https://hdl.handle.net/10568/104369

Greene, S.L., Williams, K.A., Khoury, C.K., Kantar, M.B. et Marek, L.F. 2018. *North American Crop Wild Relatives, Volume 1*. Cham, Allemagne, Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95101-0

Hawkes, J.G., Maxted, N. et Ford-Lloyd, B.V. 2000. Field gene banks, botanic gardens, *in vitro*, DNA and pollen conservation. Dans: *The* ex situ *conservation of plant genetic resources,* pp. 92–107. Dordrecht, Royaume des Pays-Bas, Springer.

Hawkes, J.G., Maxted, N. et Ford-Lloyd, B.V. 2012. *The* ex situ *conservation of plant genetic resources*. Dordrecht, Royaume des Pays-Bas, Springer. 250 p. https://link.springer.com/content/pdf/bfm%3A978-94-011-4136-9%2F1.pdf

Huamán, Z. **ed.** 1999. *Sweetpotato germplasm management (*Ipomoea batatas*). Training manual*. Lima, Centre international de la pomme de terre. https://www.sweetpotatoknowledge.org/wp-content/uploads/2016/04/Sweetpotato-Germplasm-Management-Ipomoea-batatas-Training-Manual.pdf

FAO (Organisation pour l'alimentation et l'agriculture). 2021.*International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Rome. https://www.fao.org/plant-treaty/en/ (page web consultée le 2 novembre 2021).

IPK (Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research). undated. *Mansfeld's World Database of Agriculture and Horticultural Crops*. Gatersleben, Allemagne. http://mansfeld.ipk-gatersleben.de/apex/f?p=185:3 (page web consultée le 2 novembre 2021).

Maggioni, L., Keller, J. et Astley, D., eds. 2001. *European collections of vegetatively propagated* Allium. Report of a Workshop, Gatersleben, Allemagne, 21–22 May 2001. Rome, IPGRI. https://www.ecpgr.cgiar.org/fileadmin/bioversity/publications/pdfs/824_European_collections_of_vegetatively_propagated_Allium.pdf

Maghradze, D., Maletic, E., Maul, E., Faltus, M. et Failla, O. 2015. Field genebank standards for grapevines (*Vitis vinifera* L.). VITIS-*Journal of Grapevine Research*, 54: 273–279.

Mal, B., Ramamani, Y.S. et Ramanatha Rao, V., eds. 2001. *Conservation and use of native tropical fruit species biodiversity in Asia*. Proceedings of the First Annual Meeting of Tropical Fruit Genetic Resources Project, Pattaya, Thaïlande, 6-9 February 2001. Rome, Bioversity International.

Rajasekharan, P.E. et Rao, V.R. 2019. Field genebanks and clonal repositories. Dans: P.E. Rajasekharan, ed. *Conservation and utilization of horticultural genetic resources,* pp. 507–528. Singapour, Springer.

SGRP-CGIAR (**Programme sur les ressources génétiques à l'échelle du Système CGIAR**). 2010. *Crop Genebank Knowledge Base.* Rome. https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/ (page web consultée le 29 octobre 2021).

Upadhyaya, H.D. et Gowda, C.L. 2009. *Managing and Enhancing the Use of Germplasm – Strategies and Methodologies*. Manual técnico No. 10. Patancheru, Inde, Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para las Zonas Tropicales Semiáridas. 236 p.

Volk, G. M., Namuth-Covert, D. et Byrne, P.F. 2019. Training in plant genetic resources management: A way forward. *Crop Science*, 59(3): 853–857. https://dl.sciencesocieties.org/publications/cs/pdfs/59/3/853

Wiersema, J.H. et Schori, M. 1994. *Taxonomic information on cultivated plants in GRIN-Global*. https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxon/abouttaxonomy.aspx

Acquisition et distribution

Bioversity International. 2009. *Descriptors for farmers' knowledge of plants*. Rome. https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/74492 (page web consultée le 2 novembre 2021).

Crossa, J. et Vencovsky, R. 2011. Basic sampling strategies: theory and practice. Dans: L. Guarino, V. Ramanatha Rao et E. Goldberg, eds. *Collecting plant genetic diversity: Technical guidelines – 2011 update.* Rome, Bioversity International. ISBN 978- 92-9043- 922- 926. https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php/procedures-mainmenu-242/collecting

End, M.J., Daymond, A.J. et Hadley, P. 2017. *Technical guidelines for the safe movement of cacao germplasm*. Revised from the FAO/IPGRI Technical Guidelines No. 20 (Third Update, October 2017). Global Cacao Genetic Resources Network (CacaoNet) and Bioversity International. https://www.bioversityinternational.org/e-library/publications/detail/technical-guidelines-for-thesafe-movement-of-cacao-germplasm/#&gid=news&pid=0

Eymann, J., Degreef, J., HŠuser, C., Monje, J.C., Samyn, Y. et VandenSpiegel, D., eds. 2010. Manual on field recording techniques and protocols for all taxa biodiversity inventories and monitoring. *Abc Taxa,* 331–653. http://www.abctaxa.be/volumes/volume-8-manual-atbi

Greiber, T., Peña Moreno, S., Ahrén, M., Nieto Carrasco, J., Kamau, E.C., Cabrera Medaglia, J., Oliva, M.J. et Perron-Welch, F. (en coopération avec Ali, N. et Williams, C.). 2012. *An Explanatory Guide to the Nagoya Protocol on Access and Benefit-sharing*. Gland, Suisse, IUCN. xviii + 372 p. https://cmsdata.iucn.org/downloads/an_explanatory_guide_to_the_nagoya_protocol.pdf

Hay, F.R. et Probert, R.J. 2011. Collecting and handling seeds in the field. Dans: L. Guarino, V. Ramanatha Rao et E. Goldberg, eds. *Collecting plant genetic diversity: Technical guidelines – 2011 update.* Rome, Bioversity International. https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=655

Lopez, F. 2015. *Digital Object Identifiers (DOIs) in the context of the International Treaty.* http://www.fao.org/fileadmin/templates/agns/WGS/10_FAO_gs_activities_ITPGRFA_20151207.pdf

Mathur, S.B. et Kongsdal, O. 2003. *Common laboratory seed health testing methods for detecting fungi*. Bassersdorf, Suisse, Asociación Internacional de Análisis de Semillas.

Maya-Lastra, C.A. 2016. ColectoR, a digital field notebook for voucher specimen collection for smartphones. *Applications in Plant Sciences*, 4(7). https://doi.org/10.3732/apps.1600035

Moore, G. et Williams, K.A. 2011. Legal issues in plant germplasm collecting. Dans: L. Guarino, V. Ramanatha Rao et E. Goldberg, eds. *Collecting plant genetic diversity: Technical guidelines – 2011 update*. Rome, Bioversity International. https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=669

Ni, K.J. 2009. Legal aspects of prior informed consent on access to genetic resources: An analysis of global law-making and local implementation toward an optimal normative construction. *Vanderbilt Journal of Transnational Law*, 42: 227–278. https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1843070

Pence, V.C., Sandoval, J., Villalobos, V. et Engelmann, F., eds. 2002. In vitro *collecting techniques for germplasm conservation.* IPGRI Technical Bulletin No 7. Rome. https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/images/file/learning_space/technicalbulletin7.pdf

RBG Kew (Royal Botanic Gardens Kew). 2014. *Assessing a population for seed collection. Millennium Seed Bank Technical Information Sheet 02*. Kew, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord. http://brahmsonline.kew.org/Content/Projects/msbp/resources/Training/02-Assessing-population.pdf

RBG Kew. 2014. *Seed collecting techniques*. *Millennium Seed Bank Technical Information Sheet 03*. Kew, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord. http://brahmsonline.kew.org/Content/Projects/msbp/resources/Training/03-Collecting-techniques.pdf

RBG Kew. 2014. *Post harvest handling*. *Millennium Seed Bank Technical Information Sheet 04*. Kew, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord. https://brahmsonline.kew.org/Content/Projects/msbp/resources/Training/04-Post-harvest-handling.pdf

SGRP-CGIAR. 2018. *Distribution*. http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=59&Itemid=208&lang=english

SGRP-CGIAR. 2018. *Safe transfer of germplasm (STOG).* https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php/management-mainmenu-433/stogs-mainmenu-238

Sheppard, J.W. et Cockerell, V. 1996. *ISTA handbook of method validation for the detection of seedborne pathogens*. Basserdorf, Suisse, ISTA.

Veiga, R., Ares, I., Condon, F. et Ferreira, F.R. 2010. Intercambio seguro de recursos fitogenéticos. Dans: *Estrategia en los recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur/IICA*. pp. 75–83. Montevideo, PROCISUR, IICA.

Way, M. 2011. *Collecting and recording data in the field: media for data recording*. Crop Genebank Knowledge Base. https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=659

Établissement de collections au champ et gestion du champ

Gregory, P.J., Atkinson, C.J., Bengough, A.G., Else, M.A., Fernández-Fernández, F., Harrison, R.J. et Schmidt, S. 2013. Contributions of roots and rootstocks to sustainable intensified crop production. *Journal of Experimental Botany*, 64(5): 1209–1222.

SGRP-CGIAR. 2010. *Crop Genebank Knowledge Base - Field genebanks*. Rome. https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=97&Itemid=203&lang=english (page web consultée le 29 octobre 2021).

Régénération et propagation

Anderson, C.M. 2008. *Recursos genéticos y propagación de variedades comerciales de cítricos.* XII Simposio Internacional de Citricultura. Tamaulipas, Mexique. Disponible en CD.

Caractérisation et évaluation

Alercia, A. 2011. *Key characterization and evaluation descriptors: methodologies for the assessment of 22 crops*. Rome, Bioversity International. 602 pp. https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/74491

Govindaraj, M., Vetriventhan, M. et Srinivasan, M. 2015. Importance of genetic diversity assessment in crop plants and its recent advances: an overview of its analytical perspectives*. Genetics Research International*, Article ID 431487, 14 pages. http://dx.doi.org/10.1155/2015/431487

Caractérisation et évaluation moléculaire

Arif, I.A., Bakir, M.A., Khan, H.A., Al Farhan, A.H., Al Homaidan, A.A., Bahkali, A.H., Sadoon, M.A. et Shobrak, M. 2010. A brief review of molecular techniques to assess plant diversity. *International Journal of Molecular Sciences*, 11(5): 2079–2096. https://doi.org/10.3390/ijms11052079

Ayad, W.G., Hodgkin, T., Jaradat, A. et Rao, V.R. 1997. *Molecular genetic techniques for plant genetic resources*. Report on an IPGRI workshop, 9–11 October 1995, Rome, IPGRI, 137 p. https://hdl.handle.net/10568/105422

Bretting, P.K. et Widrlechner, M.P. 1995. Genetic markers and plant genetic resource management. *Plant Breeding Reviews*, 13:11–86.

D'Agostino, N. et Tripodi, P. 2017. NGS-based genotyping, high-throughput phenotyping and genome-wide association studies laid the foundations for next-generation breeding in horticultural crops. *Diversity*, 9(3): 38. https://doi.org/10.3390/d9030038

de Vicente, M.C. et Fulton, T. 2004. *Using molecular marker technology in studies on plant genetic diversity*. Rome, IPGRI, and Ithaca, New York, États-Unis d'Amérique, Institute for Genetic Diversity.

de Vicente, M.C., Metz, T. et Alercia, A. 2004. *Descriptors for genetic markers technologies*. https://hdl.handle.net/10568/74490

Govindaraj, M., Vetriventhan, M. et Srinivasan, M. 2015. Importance of genetic diversity assessment in crop plants and its recent advances: an overview of its analytical perspectives. *Genetics Research International*. https://www.hindawi.com/journals/gri/2015/431487/

Jia, J., Li, H., Zhang, X., Li, Z. et Qiu, L. 2017. Genomics-based plant germplasm research (GPGR). *The Crop Journal*, 5(2): 166–174. https://doi.org/10.1016/j.cj.2016.10.006

Jiang, G.-L. 2013. Molecular markers and marker-assisted breeding in plants. Dans: S.B. Andersen. *Plant breeding from laboratories to fields*. IntechOpen, Dinamarca. https://doi.org/10.5772/52583

Karp, A., Kresovich, S., Bhat, K.V., Ayad, W.G. et Hodgkin, T. 1997. *Molecular tools in plant genetic resources conservation: a guide to the technologies*. IPGRI Technical Bulletin No. 2. Rome, IPGRI. https://hdl.handle.net/10568/104971

Keilwagen, J., Kilian, B., Özkan, H., Babben, S., Perovic, D., Mayer, K.F.X., Walther, A. *et al.* 2014. Separating the wheat from the chaff – a strategy to utilize plant genetic resources from *ex situ* genebanks. *Scientific Reports*, 4: 5231. https://doi.org/10.1038/srep05231

Kilian, B. et Graner, A. 2012. NGS technologies for analyzing germplasm diversity in genebanks. *Briefings in Functional Genomics*, 11(1): 38–50. https://doi.org/10.1093/bfgp/elr046

Laucou, V., Lacombe, T., Dechesne, F., Siret, R., Bruno, J.P., Dessup, M., Dessup, P. *et al.* 2011. High throughput analysis of grape genetic diversity as a tool for germplasm collection management. *Theoretical and Applied Genetics*, 122(6): 1233–1245. https://doi.org/10.1007/s00122-010-1527-y

Mishra, K.K., Fougat, R.S., Ballani, A., Thakur, V., Jha, Y. et Madhumati, B. 2014. Potential and application of molecular markers techniques for plant genome analysis. *International Journal of Pure and Applied Bioscience*, 2(1): 169–188. http://www.ijpab.com/form/2014%20Volume%202,%20issue%201/IJPAB-2014-2-1-169-188.pdf

van Treuren, R. et van Hintum, T. 2014. Next-generation genebanking: Plant genetic resources management and utilization in the sequencing era. *Plant Genetic Resources*, 12(3): 298–307. http://doi.org/10.1017/S1479262114000082

Documentation

Ougham, H. et Thomas, I.D. 2014. Germplasm databases and informatics. Dans: M. Jackson, B., Ford-Lloyd et M. Parry, eds. *Plant genetic resources and climate change*, pp.151–165. Wallingford, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, CABI International.

Painting, K.A, Perry, M.C, Denning, R.A. et Ayad, W.G. 1993. *Guidebook for genetic resources documentation*. Rome, IPGRI. https://hdl.handle.net/10568/104239

Turnbull, C.J., Daymond, A.J., Lake, H., Main, B.E., Radha, K., Cryer, N.C., End, M.J. et Hadley, P. 2010. *The role of the international cocoa germplasm database and the international cocoa quarantine centre in information management and distribution of cocoa genetic resources*. 16th International Cocoa Research Conference, November 2009, Bali. http://centaur.reading.ac.uk/28427/

Duplication de sécurité

NordGen (Centre nordique de ressources génétiques). 2008. *Agreement between (depositor) and the Royal Norwegian Ministry of Agriculture and Food concerning the deposit of seeds in the Svalbard Global Seed Vault.* Chambre forte semencière mondiale de Svalbard, Norvège. https://seedvault.nordgen.org/common/SGSV_Deposit_Agreement.pdf

Infrastructures et équipements

Bretting, P.K. 2018. 2017 Frank Meyer Medal for Plant Genetic Resources Lecture: Stewards of Our Agricultural Future. *Crop Science*, 58(6): 2233–2240. https://doi.org/10.2135/cropsci2018.05.0334

Fu, Y-B. 2017. The vulnerability of plant genetic resources conserved *ex situ*. *Crop Science*, 57(5):2314. https://doi.org/10.2135/cropsci2017.01.0014

Hummer, K. et Reed, B.M. 1996. Establishment and operation of a temperate clonal field genebank. Dans: F. Englemann, ed. *Management of field and* in vitro *germplasm collection.* pp. 15–20. Proceedings of a Consultation Meeting, CIAT, Cali, Colombie. https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.608.7718&rep=rep1&type=pdf

Jarret, R.L. et Florkowski, W.J. 1990. *In vitro* active vs. field genebank maintenance of sweet potato germplasm: major costs and considerations. *HortScience*, 25(2): 141–146.

Annexe: Risques et mesures d'atténuation associées

Il est important que le personnel soit correctement formé et qu'il suive des procédures écrites à tous les stades des opérations de la banque de gènes. Les risques spécifiques à prendre en compte lors des opérations des banques de gènes sont présentés ci-dessous.

Choix de l'emplacement de la banque de gènes en champ

Risques	Mesures de contrôle/d'atténuation
Perte d'allèles adaptatifs en raison des pressions de sélection	■ Choisir un site dont les conditions agroécologiques sont aussi proches que possible de l'environnement d'où provient le matériel végétal collecté ■ Choisir un site qui minimise les risques de catastrophes naturelles et d'origine humaine
Impossibilité d'étendre ou de maintenir la collection à long terme	■ Veiller à ce que le site soit sûr à long terme (50 ans au minimum) sur la base d'un régime foncier écrit, garanti ou inscrit au cadastre ■ Veiller à ce que le site offre suffisamment d'espace pour une expansion future ■ Maintenir une distance de sécurité d'au moins 10 km de rayon par rapport aux volcans et éviter les zones fréquemment situées sur la trajectoire d'ouragans, de typhons ou d'avalanches de neige ■ Éviter les zones proches d'établissements humains connus pour être touchés par des conflits civils

Risques	Mesures de contrôle/d'atténuation
Perte de viabilité/santé de la collection	■ Choisir un site adapté à l'utilisation de machines pour le paillage et l'application d'engrais et de pesticides ■ S'assurer que le site dispose d'un accès facile à une source d'eau pour l'application des pesticides et l'irrigation complémentaire, le cas échéant ■ Choisir un site où l'espèce cible n'a pas été cultivée récemment afin d'éviter une forte infestation par des maladies ou des ravageurs importants
Perte de pureté due à la pollinisation croisée, dans le cas d'espèces allogames utilisées pour produire des semences destinées à être distribuées	■ Choisir un site qui minimise les risques de flux génétique et de contamination par les cultures et les populations sauvages de la même espèce, ainsi que par les espèces apparentées avec lesquelles l'espèce conservée peut se croiser

Acquisition

Risques	Mesures de contrôle/d'atténuation
La diversité de la population source n'est pas représentée correctement dans l'échantillon prélevé	■ Élaborer et suivre une stratégie et une méthodologie de collecte convenues qui respectent bien les lignes directrices en matière d'échantillonnage génétique
Erreur d'identification taxonomique	■ Inclure un taxonomiste dans l'équipe de collecte et former le personnel de la banque de gènes à la taxonomie ■ Prélever des spécimens et prendre des photos transmis à des experts pour vérification ■ S'assurer que les fiches de collecte de données incluent les autres descripteurs à enregistrer au cours de la mission de collecte
Mauvais étiquetage/perte d'étiquettes	■ Fixer fermement une étiquette à l'extérieur de chaque sac de collecte; placer une autre étiquette à l'intérieur du sac de collecte
Erreurs de transcription	■ Envisager l'utilisation d'appareils mobiles, en veillant à la sauvegarde régulière des données et à la disponibilité de batteries suffisamment chargées ■ Mettre en œuvre la validation des données
Perte de viabilité au cours des missions de collecte/transport entraînant une réduction de la longévité des semences (et une régénération prématurée)	■ Assurer le transfert en temps voulu dans des conditions contrôlées ■ Assurer une manipulation post-récolte appropriée en fonction de la maturité des graines/ de l'état végétatif et des conditions environnementales prévalant

Gestion du champ

Risques	Mesures de contrôle/d'atténuation
Perte d'allèles adaptatifs due aux pressions de sélection	■ Suivre les pratiques culturales appropriées pour une croissance et une survie optimales
Perte de viabilité	■ Suivre les pratiques culturales appropriées pour une croissance et une survie optimales ■ Appliquer les mesures de prévention et de lutte contre les maladies en temps opportun ■ Supprimer les fruits et les branches infectés ou malades
Perte d'intégrité génétique	■ Éliminer les jeunes plants spontanés ■ Contrôler régulièrement les collections ■ Vérifier périodiquement les étiquettes d'accession avec la carte du champ ■ Vérifier périodiquement, si possible, l'identification de l'accession à l'aide de marqueurs morphologiques et moléculaires
L'accession en champ tombe sous les seuils de viabilité/ quantité	■ Veiller à ce que le système de documentation soit doté d'outils intégrant la vérification automatisée de l'inventaire et de la viabilité, et le signalement des accessions nécessitant une régénération

Régénération et propagation

Risques	Mesures de contrôle/d'atténuation
Perte d'allèles adaptatifs due aux pressions de sélection	■ Respecter les pratiques culturales appropriées ■ Régénérer sur des sites dont le climat est similaire à celui du site de collecte d'où provient le matériel ■ Externaliser la régénération si nécessaire
Perte de pureté due à la pollinisation croisée à partir d'autres accessions de la même espèce (pour les espèces allogames utilisées pour produire des semences destinées à être distribuées)	■ Respecter les distances d'isolement recommandées pour chaque culture ou utiliser des abris d'isolement, des sacs ou d'autres mesures de contrôle de la pollinisation
Niveaux médiocres de pollinisation (pour les espèces allogames utilisées pour produire des semences destinées à être distribuées)	■ Utiliser des cages de pollinisation pour enfermer les insectes pollinisateurs ■ Assurer une disponibilité suffisante d'insectes pollinisateurs ■ Procéder à une pollinisation manuelle si nécessaire/si possible
Mauvaise identification de l'accession	■ Vérifier les étiquettes des parcelles et des sacs avant la plantation et la récolte; utiliser des étiquettes à code-barres

Caractérisation et évaluation

Risques	Mesures de contrôle/d'atténuation
Données mal enregistrées et peu fiables	■ Bien former le personnel ■ Utiliser des pratiques culturales appropriées ■ Utiliser des appareils mobiles pour enregistrer les données de terrain ■ Assurer la validation des données par le conservateur et/ou le responsable de la documentation
Mauvaise identification de l'accession	■ Utiliser des accessions/variétés de contrôle (pour les plantes annuelles à multiplication végétative) ■ Vérifier les étiquettes des parcelles lors de la collecte des données ■ Vérifier les étiquettes des parcelles et des sacs avant le semis et la récolte

Distribution et duplication de sécurité

Risques	Mesures de contrôle/d'atténuation
Mélange/étiquetage erroné des échantillons	■ Emballer soigneusement pour éviter les mélanges ■ Placer les étiquettes à l'intérieur et à l'extérieur de l'emballage ■ Utiliser des étiquettes à code-barres générées par ordinateur pour minimiser les erreurs
Perte de viabilité due à des envois retardés ou endommagés	■ Emballer soigneusement ■ Veiller à ce que les échantillons soient expédiés rapidement et utiliser le moyen d'envoi le plus rapide et le plus sûr

La FAO a élaboré le *Guide pratique pour l'application des Normes applicables aux banques de gènes pour les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture: Conservation dans les banques de gènes en champ*, en tant qu'ouvrage complémentaire des *Normes applicables aux banques de gènes pour les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture*. Les étapes du flux de travail d'une banque de gènes sont présentées de manière séquentielle et des conseils sont proposés pour les étapes complexes et les décisions nécessaires au fonctionnement d'une banque de gènes en champ. Les tableaux récapitulatifs qui accompagnent les différentes étapes soulignent que ce guide pratique est destiné à servir de manuel pour les opérations de routine des banques de gènes en vue de la conservation des plantes en champ. Bien que ce guide pratique soit particulièrement utile aux techniciens des banques de gènes pour leurs activités quotidiennes, il peut également servir de base à l'élaboration de procédures opérationnelles normalisées et de systèmes de gestion de la qualité. Les gestionnaires de banques de gènes le trouveront également utile pour mener des exercices de formation.

ISBN 978-92-5-138240-0

9 789251 382400

CC0023FR/1/11.23