

PROJET DE RÉVISION DES NORMES APPLICABLES AUX BANQUES DE GÈNES POUR LA CONSERVATION DES SEMENCES ORTHODOXES

Note: Le Projet de révision des normes applicables aux banques de gènes pour la conservation des semences orthodoxes contient une nouvelle section sur les Normes relatives à l'évaluation (para. 83-92), qui est indiquée comme texte souligné. Tous les commentaires déjà recus du Groupe de travail ont été intégrés. Le document peut être téléchargé du site de la FAO à l'adresse suivante: <http://www.fao.org/agriculture/crops/themes-principaux/theme/seeds-pgr/fr/>

Table des matières

	Paragraphes
I. INTRODUCTION	1-7
II. PRINCIPES FONDAMENTAUX	8-17
III. NORMES – STRUCTURE ET DÉFINITIONS	18
3.1. Normes relatives à l'acquisition	19-31
3.2. Normes relatives au séchage et à l'entreposage	32-43
3.3. Normes relatives aux essais de viabilité	44-62
3.4. Normes relatives à la régénération	63-75
3.5. Normes relatives à la caractérisation	76-83
<u>3.6. Standards relatives à l'évaluation</u>	<u>84-93</u>
3.7. Normes relatives à la documentation	94-102
3.8. Normes relatives à la distribution	103-118
3.9. Normes relatives à la duplication de sécurité	119-135
3.10. Normes relatives à la sécurité et au personnel	136-149

ANNEXE

I. INTRODUCTION

1. Les banques de gènes du monde entier détiennent des collections de ressources phylogénétiques extrêmement variées. Leur objectif global est de conserver le matériel phylogénétique sur le long terme et de le rendre accessible aux sélectionneurs, aux chercheurs et aux autres utilisateurs. Pour pouvoir conserver durablement les ressources phylogénétiques, les banques de gènes doivent être gérées de manière efficace et efficiente grâce à l'application de normes et de procédures qui garantissent la survie et la disponibilité des ressources phylogénétiques aujourd'hui et demain. Afin de s'inscrire dans la durée et de porter leurs fruits, les efforts de conservation doivent être rentables et bien menés.

2. Le présent projet est né de la révision des *Normes applicables aux banques de gènes* publiées en 1994 par la FAO et l'Institut international des ressources phylogénétiques (IPGRI). Ce processus a été amorcé à la demande de la Commission des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture (CRGAA) à la lumière des évolutions du paysage politique mondial et des avancées réalisées dans le domaine des sciences et des technologies. Les principaux changements de politiques ayant une incidence sur la conservation des ressources phylogénétiques dans les banques de gènes ont trait à la disponibilité et à la distribution du matériel génétique. Ces questions sont apparues suite à l'adoption d'instruments internationaux comme la Convention sur la diversité biologique (CDB), le Traité international sur les ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture (Traité international) et la Convention internationale pour la protection des végétaux (CIPV) ainsi que l'Accord de l'OMC sur l'application des mesures sanitaires et phytosanitaires pour ce qui est des règles relatives aux organismes nuisibles. En 2010, la CDB a adopté le Protocole de Nagoya sur l'accès aux ressources génétiques et le partage juste et équitable des avantages découlant de leur utilisation. Ce texte pourrait avoir des conséquences sur les échanges de matériel génétique. Sur le plan scientifique, les progrès réalisés en matière d'entreposage de semences, de biotechnologies, et de technologies de l'information et de la communication (TIC) ont apporté de nouvelles dimensions à la conservation du matériel phylogénétique.

3. Le projet de révision des *Normes applicables aux banques de gènes* concerne uniquement les espèces orthodoxes, y compris les plantes sauvages. Leurs semences peuvent supporter une forte dessiccation et on peut en améliorer la longévité en réduisant le taux d'humidité et/ou la température du lieu d'entreposage. Les normes sont sous-tendues par une série de principes fondamentaux qui constituent le cadre global d'une gestion efficace et efficiente des banques de gènes. Ces principes clés, qui se trouvent au cœur du fonctionnement d'une banque de gènes, sont la préservation de l'identité, de la viabilité et de l'intégrité génétique du matériel, la promotion de l'accès, y compris les informations qui y sont associées, en vue de faciliter l'utilisation du matériel végétal entreposé tel que le prévoient les instruments réglementaires pertinents aux niveaux national et international. Les normes apportent la spécificité nécessaire pour emporter l'adhésion d'une banque de gènes à ces principes fondamentaux.

4. Précisons que les normes sont volontaires et non contraignantes, et qu'elles n'ont pas été élaborées selon une procédure de normalisation officielle. Il faut les considérer comme des cibles à atteindre pour mettre en place un système mondial efficient, efficace, rationnel et transparent de conservation *ex situ* qui permette une préservation optimale de la viabilité et de l'intégrité génétique du matériel entreposé dans les banques de gènes, de manière à garantir l'accès à des semences de qualité issues des ressources phylogénétiques conservées et leur utilisation.

5. Ces normes ne s'étendent pas à la conservation *ex situ* des semences non orthodoxes ni des variétés multipliées par clonage. Les normes adaptées à ces collections seront élaborées en temps voulu.

6. Toutes les banques de gènes peuvent tendre vers les normes contenues dans le projet de révision pour ce qui est de la conservation des collections de semences orthodoxes. Cependant, elles doivent veiller à ne pas les appliquer sans discernement car les méthodes de conservation

connaissent des avancées technologiques constantes, souvent spécifiques à une espèce, et le contexte lié à l'affectation et à la durée de conservation et d'utilisation du matériel génétique est en évolution permanente. Il est donc recommandé d'utiliser le projet de révision des *Normes applicables aux banques de gènes* parallèlement à d'autres sources de référence, en particulier des informations particulières à chaque espèce.

7. Le présent document se divise en trois parties: Principes fondamentaux, Normes et Annexes. Les normes sont détaillées dans neuf sections, dont chacune est clôturée par une bibliographie sélective.

II. PRINCIPES FONDAMENTAUX

8. Les banques de gènes du monde entier partagent les mêmes objectifs principaux mais leurs missions, leurs ressources et leurs systèmes de fonctionnement diffèrent souvent. C'est pourquoi les conservateurs doivent s'efforcer d'optimiser le système global de leur banque de gènes, ce qui nécessite des solutions de gestion qui peuvent varier de façon substantielle d'une institution à l'autre, même si les objectifs visés demeurent identiques. Les principes fondamentaux expliquent pourquoi et à quelle fin on conserve des ressources phylogénétiques. Ils servent de base à l'établissement de normes sans lesquelles les banques de gènes ne pourraient fonctionner de manière fluide. Les plus essentiels en matière de conservation sont décrits à la section suivante.

Identité des accessions

9. Il convient de veiller à ce que l'identité des accessions de semences conservées dans les banques de gènes soit préservée tout au long des divers processus, de l'acquisition à la distribution en passant par l'entreposage. L'identification des accessions est fortement tributaire du recueil minutieux de données et d'informations concernant le matériel. Ce processus commence par l'enregistrement de données d'identification comprenant des informations sur la collecte et, le cas échéant, sur le donateur. Il est également nécessaire d'enregistrer des informations relatives aux collections plus anciennes dont les données d'identification n'ont pas été notées précédemment ou sont incomplètes. Bien souvent, les spécimens d'herbier et les collections de référence peuvent contribuer largement à l'identification des accessions. Les techniques modernes comme l'étiquetage au moyen de codes-barres imprimés et de marqueurs moléculaires peuvent faciliter grandement la gestion du matériel génétique en évitant les erreurs, ce qui garantit l'identité des accessions concernées.

Préservation de la viabilité

10. Préserver la viabilité, l'intégrité génétique et la qualité des accessions conservées dans les banques de gènes et les rendre disponibles à l'utilisation est le but ultime de la gestion des banques de gènes. Il est donc crucial que tous les processus des banques de gènes soient conformes aux normes permettant de maintenir la viabilité à un niveau acceptable. Pour atteindre ces objectifs, il convient de porter une attention particulière aux normes relatives à l'acquisition, au traitement et à l'entreposage de matériel génétique. En règle générale, les accessions acceptées dans une banque de gènes à l'étape de l'acquisition doivent présenter une viabilité élevée et être conformes, autant que possible, aux normes relatives à l'acquisition de matériel génétique. Collecter les semences le plus rapidement possible après la maturation et avant la dispersion naturelle, en évitant de ramasser celles qui sont disséminées au sol, souillées ou qui peuvent être porteuses de champignons ou de bactéries saprophytes ou pathogènes permet de s'assurer qu'elles sont de la meilleure qualité qui soit sur le plan physiologique. Les banques de gènes doivent aussi veiller à ce que le matériel génétique collecté soit représentatif de la population d'origine d'un point de vue génétique, tout en tenant compte du nombre de propagules vivantes, de manière à ne pas compromettre la qualité de l'échantillon. Il est indispensable de contrôler l'état des échantillons entreposés en réalisant des essais de viabilité à des intervalles déterminés par la longévité attendue des semences. On peut éviter une régénération coûteuse ou, tout au moins, la

retarder en portant suffisamment d'attention à la manipulation, au séchage et à l'entreposage post-récolte.

Préservation de l'intégrité génétique

11. La nécessité de préserver l'intégrité génétique est étroitement liée au maintien de la viabilité et de la diversité de l'échantillon original qui a été recueilli. Tous les processus des banques de gènes, de la collecte à l'acquisition en passant par l'entreposage, la régénération et la distribution, sont importants pour préserver l'intégrité génétique. Dans la mesure du possible, l'étape d'acquisition doit permettre d'obtenir des échantillons de semences représentatifs, de bonne qualité et en quantité suffisante. Cependant, on admet que l'échantillon ne soit pas nécessairement représentatif de la population d'origine lorsque l'objectif est de cibler des caractéristiques particulières. En veillant au maintien de la viabilité conformément aux normes établies, on contribue à la préservation de l'intégrité génétique. Pour limiter autant que possible l'érosion génétique, il est important de suivre les protocoles recommandés en matière de régénération, en limitant le nombre de cycles de régénération, en veillant à ce que la taille réelle de la population soit suffisamment importante, en procédant à un échantillonnage équilibré et en contrôlant la pollinisation. Soulignons tout particulièrement l'importance de la duplication de sécurité, qui permet de faire face aux risques qui peuvent exister au sein des banques de gènes.

Préservation de la santé des semences

12. Les banques de gènes doivent s'efforcer, dans la mesure de possible, de veiller à ce que les semences qu'elles conservent et distribuent soient exemptes d'organismes de quarantaine et d'organismes nuisibles réglementés (bactéries, virus, champignons et insectes). Elles n'ont souvent pas les capacités ou les ressources nécessaires pour tester elles-mêmes les échantillons collectés, acquis ou issus de parcelles de régénération ou de multiplication afin de s'assurer qu'ils sont exempts d'organismes de quarantaine. Ce problème se pose en particulier lorsque le matériel génétique provient de tierces parties. C'est pourquoi il est important que les certificats d'importation et phytosanitaires pertinents accompagnent les semences en cas d'échange de matériel génétique, afin de garantir le statut sanitaire des échantillons reçus. Certains échantillons infectés ou infestés peuvent être aisément nettoyés, mais d'autres nécessitent de recourir à des méthodes plus sophistiquées.

Sécurité physique des collections

13. Les constructions abritant des banques de gènes doivent respecter des normes suffisantes visant à protéger le matériel génétique contre tout facteur extérieur, notamment les catastrophes naturelles et les dommages imputables aux êtres humains. C'est l'un des principes fondamentaux de la conservation des ressources génétiques. Des systèmes de sécurité adaptés sont également nécessaires pour contrôler le fonctionnement des équipements de refroidissement et des appareils permettant le suivi des paramètres essentiels en fonction du temps. Une autre question importante se pose en matière de sécurité: celle de veiller à ce que le matériel soit dupliqué et conservé avec toutes les précautions qui s'imposent sur un ou plusieurs sites. De cette façon, si la collection est détruite pour une raison quelconque, elle peut être restaurée à partir des échantillons dupliqués.

Disponibilité et utilisation du matériel génétique

14. Le matériel conservé doit être disponible en vue d'une utilisation immédiate ou ultérieure. Il est donc important que l'ensemble des processus ayant trait au fonctionnement et à la gestion des banques de gènes contribuent à cet objectif. Il sera nécessaire de conserver des quantités suffisantes de semences, accompagnées des informations qui s'y rapportent.

Disponibilité des informations

15. Pour favoriser la communication des informations et la responsabilisation, des données

essentielles, détaillées, précises et à jour doivent être enregistrées à toutes les étapes. Il peut s'agir d'informations historiques ou actuelles, intéressant en particulier la gestion de chaque accession après son acquisition. L'accès à ces informations, leur disponibilité et leur partage doivent être considérés comme hautement prioritaires car ils contribuent à améliorer et rationaliser la conservation. Des bases de données interactives comportant une fonction de recherche et regroupant des données d'évaluation phénotypique peuvent aider les acquéreurs de matériel génétique à cibler leurs demandes. Par ailleurs, la communication de nouvelles données d'évaluation ne fait qu'accroître la valeur et l'utilité de la collection. En rendant disponibles et facilement accessibles les informations relatives au matériel génétique conservé, on améliorera l'utilisation de celui-ci. En outre, on aidera ainsi les conservateurs de banques de gènes à mieux planifier leurs activités de multiplication et de régénération afin qu'ils puissent disposer de stocks suffisants de leurs accessions.

Gestion volontariste des banques de gènes

16. La durabilité et l'efficacité de la conservation des ressources génétiques dépendent de la gestion active du matériel conservé. Une gestion volontariste est essentielle pour veiller à ce que le matériel génétique soit conservé efficacement et rendu disponible en temps voulu et en quantité suffisante afin qu'il puisse servir ultérieurement à des sélectionneurs, des agriculteurs, des chercheurs et d'autres utilisateurs. Elle souligne l'importance d'obtenir et de partager du matériel ainsi que les informations qui s'y rapportent, et met en place une stratégie fonctionnelle de gestion des ressources humaines et financières permettant de rationaliser le système. Elle inclut une stratégie de gestion des risques et encourage les banques de gènes à participer aux efforts de conservation de la biodiversité. L'adhésion aux cadres juridiques et réglementaires nationaux et internationaux, en particulier ceux qui ont trait à l'accès, à la disponibilité et à la distribution du matériel, ainsi qu'à la santé des végétaux et des semences, est indispensable. Un Accord type relatif au transfert de matériel (SMTA) devrait être utilisé pour les espèces cultivées dans le cadre du Système multilatéral du Traité international. Les réglementations de la CIPV servent de cadre à celles qui concernent la quarantaine et la santé afin de prévenir l'introduction et la propagation d'organismes nuisibles et de maladies. Surtout, les institutions détenant des banques de gènes doivent prendre des engagements permanents et à long terme quant à la disponibilité de ressources humaines et financières.

17. De plus, une gestion volontariste encouragerait l'application d'expériences et de connaissances empiriques au nouveau matériel génétique et viserait à mettre en œuvre, dans la mesure du possible, les normes applicables aux banques de gènes dans les conditions locales. Ainsi, même si une norme particulière n'est pas totalement respectée, des mesures conservatoires sont prises pour garantir le respect des principes fondamentaux de la gestion des banques de gènes.

III. NORMES – STRUCTURE ET DÉFINITIONS

18. Les normes, telles qu'elles sont décrites dans ce document, définissent le niveau de performance du fonctionnement ordinaire d'une banque de gènes, en-deçà duquel il existe un risque élevé de perte d'intégrité génétique (par exemple, une probabilité de cinq pour cent ou plus de disparition d'un allèle dans une accession au cours de la période d'entreposage).

Chaque section se divise comme suit:

- A. Normes;
- B. Informations générales;
- C. Aspects techniques;
- D. Circonstances particulières;
- E. Bibliographie sélective.

Les **normes** sont détaillées dans neuf sections: acquisition, séchage et entreposage, essais de viabilité, régénération, caractérisation, documentation, distribution, duplication de sécurité, et sécurité et personnel.

Les **informations générales** regroupent les principaux éléments nécessaires à l'application des normes. Elles fournissent une brève description de l'activité ordinaire d'une banque de gènes concernée par ces normes et présentent les principes qui les sous-tendent.

Les **aspects techniques** font référence aux principes techniques et scientifiques permettant de comprendre et d'étayer les normes.

La partie consacrée aux **circonstances particulières** englobe des recommandations auxquelles se référer dans le cas où les normes ne peuvent s'appliquer à une espèce donnée (exceptions, solutions alternatives et méthodes de gestion des risques, par exemple).

À la fin de chaque section, une **bibliographie sélective** réunit des sources d'information et des références.

3.1. NORMES RELATIVES À L'ACQUISITION

A. Normes

3.1.1. Tous les échantillons de semences ajoutés à la collection d'une banque de gènes ont été acquis légalement et sont accompagnés de la documentation technique pertinente.

3.1.2. La collecte des semences se déroule le plus rapidement possible après la maturation et avant la dispersion naturelle, en évitant une éventuelle contamination génétique, afin d'obtenir des semences d'une qualité maximale.

3.1.3. Pour ce faire, le délai séparant la collecte des semences de leur transfert vers un environnement de séchage contrôlé doit être de trois à cinq jours ou le plus court possible; les semences ne doivent pas être exposées à des températures élevées ni à une lumière intense et certaines espèces nécessitent une post-maturation pour que des embryons se développent.

3.1.4. Tous les échantillons de semences sont accompagnés d'au moins un minimum de données associées, telles que détaillées dans les descripteurs de passeport multi-cultures élaborés par la FAO et l'IPGRI.

3.1.5. La taille minimale d'un échantillon de semences doit viser à capturer 95 pour cent des allèles ou de la taille réelle (N_e) de la population échantillonnée. Concrètement, on peut parvenir à ce résultat en collectant entre 30 et 60 plants, selon le système de reproduction de l'espèce cible.

B. Informations générales

19. L'acquisition est le processus de collecte ou de demande de semences – ainsi que des informations qui s'y rapportent – en vue de les intégrer dans une banque de gènes. Le matériel doit être acquis légalement, de bonne qualité et accompagné des documents appropriés.

20. L'acquisition doit respecter les réglementations internationales et nationales pertinentes comme les lois phytosanitaires ou relatives à la quarantaine, les réglementations d'accès établies par le Traité international et la CDB, ainsi que les lois nationales régissant l'accès aux ressources génétiques. L'adhésion à la Norme 3.1.1 permettra l'exportation de semences depuis le pays d'origine ou donateur et leur importation dans le pays où se trouve la banque de gènes. Par ailleurs, elle déterminera le régime de gestion et de distribution (SMTA ou Accords bilatéraux de transfert de matériel (MTA), par exemple).

21. Il est nécessaire de veiller à ce que les semences soient de la meilleure qualité possible et d'éviter de conserver des semences immatures ou ayant été exposées trop longtemps aux éléments naturels. La manière dont les semences sont manipulées entre leur collecte et leur transfert vers une atmosphère contrôlée est déterminante quant à leur qualité. Une température et une humidité extrêmes lors de la période suivant la collecte et du transport vers la banque de gènes peuvent provoquer une perte rapide de viabilité et réduire la longévité des semences entreposées. Il en est de même pour la manipulation post-récolte au sein de la banque de gènes. La qualité et la longévité des semences dépendent notamment des conditions préalables à l'entreposage dans la banque de gènes. Il est recommandé de procéder à un essai de germination immédiatement après la collecte afin de déterminer la qualité des semences.

22. Au moment de l'acquisition, il est important de veiller à ce que les données d'identification de chaque accession soient aussi complètes que possible et pleinement étayées, en particulier les données de géoréférencement qui aident à déplacer les sites de collecte. En effet, elles sont essentielles pour identifier et classer les accessions, et serviront de point d'entrée pour leur sélection et leur utilisation.

C. Aspects techniques

23. L'accès aux ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture qui relèvent du Système multilatéral du Traité international doit se faire dans le cadre du SMTA. Pour ce qui est du matériel acquis ou collecté en-dehors du pays abritant la banque de gènes, les acquéreurs doivent respecter les dispositions pertinentes du Traité international ou du Protocole de Nagoya relatives à l'accès et au partage des avantages. Par exemple, la personne habilitée dans le pays de collecte doit élaborer et signer un MTA qui comprend un Arrangement de partage des avantages en se conformant aux lois sur l'accès aux ressources génétiques en vigueur dans ce pays (ENSCONET, 2009). En outre, à la demande du pays fournisseur, l'accès peut être soumis à son consentement préalable et informé. Il convient de s'enquérir des réglementations phytosanitaires et autres conditions d'importation auprès des autorités compétentes dans le pays receveur.

23. La teneur en eau des semences fraîchement récoltées dans les champs peut être élevée. Dans ce cas, il faut les ventiler afin de prévenir la fermentation. On doit les placer dans des récipients adaptés permettant une bonne circulation de l'air et empêchant ainsi leur contenu de devenir humide. Grâce à ce système, les semences ne se mélangent pas et ne sont pas abîmées pendant la collecte et le transport. En veillant à ce que la température ne dépasse pas 30 °C et que l'humidité relative (HR) reste inférieure à 85 pour cent après la collecte et le transport, ainsi que pendant le traitement post-récolte, on contribue à préserver la qualité des semences. Si des semences totalement matures doivent être traitées et séchées sur place, il convient de suivre les recommandations techniques applicables à l'espèce en question ou à une espèce similaire afin de limiter le risque de détérioration.

24. Les formulaires prévus à cet effet doivent être utilisés pour inscrire les données de collecte. Ils doivent contenir des informations comme la classification taxonomique initiale de l'échantillon, les coordonnées du site de collecte selon le Système de positionnement mondial, une description de l'habitat des végétaux collectés, le nombre de végétaux échantillonnés et les autres données pertinentes quant à la qualité de la conservation. Si possible, les descripteurs de passeport multi-cultures doivent être utilisés (FAO/IPGRI, 2001). Lors de la collecte, l'opérateur doit aussi être attentif à l'épuisement de la population naturelle visée. En outre, il peut s'avérer utile de répéter l'échantillonnage d'un site donné afin d'optimiser la capture de la variabilité génétique qui peut être présente à divers moments.

26. L'échantillon doit inclure au moins un exemplaire des 95 pour cent d'allèles que l'on trouve dans la population cible à une fréquence supérieure à 0,05 (Brown et Marshall, 1975). Un échantillon aléatoire de 59 gamètes totalement distincts suffit à atteindre cet objectif. Cela correspond à 30 individus dans une espèce où les croisements sont complètement aléatoires et à 60 chez une espèce intégralement autogame (Brown et Hardner, 2000). En d'autres termes, la taille de l'échantillon permettant d'obtenir 95 pour cent des allèles peut varier de 30 à 60 plants, selon le système de reproduction de l'espèce visée.

25. En cas de don de semences (par une société semencière, un programme de recherche ou une banque de gènes), la classification taxonomique, ainsi que le nom et le numéro d'identification du donateur doivent compléter les données d'identification disponibles. On doit s'enquérir auprès du donateur de la manière dont le matériel génétique reçu a été entretenu, notamment du pedigree ou de la lignée, ainsi que de la chaîne de responsabilité, si possible. On doit assigner aux semences un numéro d'identification unique (temporaire ou définitif, selon la pratique en vigueur dans la banque de gènes) qui les accompagne en permanence, les lie aux données d'identification et à toute autre information collectée, et garantit l'authenticité de l'échantillon. Lorsque la situation le permet, il convient de prélever un spécimen d'herbier dans la même population que les échantillons, en précisant la méthode et la raison de l'acquisition.

D. Circonstances particulières

26. La collecte doit impérativement respecter les dispositions légales, en particulier si le

matériel génétique est destiné à quitter le pays d'origine.

27. Il est rare que les semences collectées dans les champs soient en suffisamment bon état (physiologique et phytosanitaire) pour que leur conservation sur le long terme soit automatiquement garantie. Dans ce cas, il est recommandé de procéder à leur multiplication dans des conditions contrôlées, aux fins spécifiques de la conservation.

30. Lorsque les collections contiennent une proportion importante (plus de 10 pour cent) de semences immatures ou de fruits, des mesures doivent être prises pour favoriser la maturation post-récolte. On peut généralement y parvenir en entreposant le matériel dans des locaux bien ventilés, à température ambiante et à l'abri de la pluie. Les améliorations visibles en termes de maturité doivent être suivies et le matériel doit être transféré dans un lieu où les conditions de séchage sont contrôlées dès que l'on considère que les semences collectées sont plus matures.

28. Des exceptions relatives aux normes mentionnées plus haut (concernant la taille des échantillons, par exemple) devront être faites pour les espèces sauvages et rares dont les semences ne sont pas nécessairement disponibles dans l'état idéal ou en quantité optimale.

E. Bibliographie sélective

Brown et Hardner. 2000. Sampling the genepools of forest trees for *ex situ* conservation. Pp.185-196. In: A. Young, D. Boshier et T. Boyle. *Forest conservation genetics. Principles and practices*. CSIRO Publishing et CABI.

Brown et Marshall. 1975. Optimum sampling strategies in genetic resources conservation. Pp 3-80. In: O.H. Frankel et J.H. Hawkes (eds.). *Crop genetic resources for today and tomorrow*. Cambridge University press, Cambridge.

Engels, J.M.M. et Visser, L. eds. 2003. *A guide to effective management of germplasm collections*. IPGRI Handbooks for Genebanks, No. 6. IPGRI, Rome, Italie.

ENSCONET *Seed Collecting Manual for Wild Species*, ENSCONET. 2009. ISBN: 978-84-692-3926-1 (www.ensconet.eu).

Eymann, J., Degreef, J., Häuser, 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, Vol. 8*. Les chapitres peuvent être téléchargés à l'adresse: <http://www.abctaxa.be/volumes/volume-8-manual-atbi>.

FAO/IPGRI. 2001. *Descripteurs de passeport multi-cultures*. FAO, Rome 4 pp. Disponible en ligne à l'adresse: [http://www.bioversityinternational.org/index.php?id=19&user_bioversitypublications_pi1\[showU id\]=2192](http://www.bioversityinternational.org/index.php?id=19&user_bioversitypublications_pi1[showU id]=2192).

FAO/IPGRI. 1994. *Normes applicables aux banques de gènes*, Rome, <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/015/aj680e.pdf>.

Guarino, L., Ramanatha Rao, V. et Reid, R. eds. 1995. *Collecting Plant Genetic Diversity: Technical Guidelines*, Wallingford: CAB International pour le compte de l'IPGRI, en association avec la FAO, l'UICN et le PNUE, 748 pp.

Guerrant, E.O., Havens, K. et Maunder, M. eds. 2004. *Ex Situ Plant Conservation: supporting species survival in the wild*. Island Press, Washington D.C., États-Unis.

Lockwood, D.R., Richards, C.M. et Volk, G.M. 2007. *Probabilistic models for collecting genetic diversity: comparisons, caveats and limitations*. *Crop Science* 47: 859-866. Modèle de MAA et liste de personnes autorisées (CDB, Points focaux du Traité).

Probert, R. J. 2003. Seed viability under ambient conditions and the importance of drying, pp 337-365 In: R.D. Smith, J.D. Dickie, S.H. Linington, H.W. Pritchard, R.J. Probert. eds. *Seed Conservation: turning science into practice*: Royal Botanic Gardens, Kew, Royaume-Uni.

Probert, R., Adams, J., Coneybeer, J., Crawford, A. et Hay, F. 2007. Seed quality for conservation is critically affected by pre-storage factors. *Australian Journal of Botany* 55, 326-335.

Programme sur les ressources génétiques à l'échelle du Système du GCRAI. Crop Genebank Knowledge Base (<http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org>).

Royal Botanic Gardens (Kew), Millennium Seed Bank Technical information sheet 04: post-harvest handling of seed collections: <http://www.kew.org/msbp/scitech/publications/04-Post%20harvest%20handling.pdf>.

Smith, R.D., Dickie, J.D., Linington, S.L., Pritchard, H.W. et Probert, R.J. 2003. *Seed Conservation: turning science into practice*: Royal Botanic Gardens, Kew, Royaume-Uni. Les chapitres peuvent être téléchargés à l'adresse: <http://www.kew.org/msbp/scitech/publications/sctsip.htm>.

Upadhyaya, H. D. et Gowda, C.L.L. 2009. *Managing and enhancing the use of germplasm – Strategies and methodologies*. Technical Manual no. 10. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 236 pp. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, Inde.

3.2. NORMES RELATIVES AU SÉCHAGE ET À L'ENTREPOSAGE

A. Normes

3.2.1. Tous les échantillons de semences sont séchés jusqu'au degré d'humidité d'équilibre dans un environnement contrôlé à 5-20 °C et 10-25 pour cent d'humidité relative, selon l'espèce.

3.2.2. Après le séchage, tous les échantillons doivent être placés dans un récipient hermétique en vue de leur entreposage à long terme. Lorsqu'il est nécessaire d'accéder fréquemment aux semences ou que les collections risquent de s'épuiser avant la date à laquelle il est prévu qu'elles ne soient plus viables, il est possible d'entreposer les semences dans des récipients non hermétiques.

3.2.3. Les échantillons les plus originaux et les doublons de sécurité sont maintenus dans des conditions permettant de les entreposer sur le long terme (collections de base) à une température de $-18\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ et à une humidité relative de 15 pour cent \pm trois pour cent.

3.2.4. Pour le stockage à moyen terme (collection active), les échantillons sont réfrigérés à 5-10 °C et à une humidité relative de 15 pour cent \pm trois pour cent.

B. Informations générales

29. La préservation de la viabilité des semences est l'une des missions cruciales des banques de gènes, qui garantit que le matériel génétique est à la disposition des utilisateurs et qu'il est représentatif, du point de vue génétique, de la population dont il est issu (c'est-à-dire l'échantillon le plus original). L'un des objectifs essentiels des normes relatives au séchage et à l'entreposage des semences consiste à réduire la fréquence de régénération de l'échantillon le plus original en maximisant la longévité des semences et en réduisant ainsi le coût de la conservation en banque de gènes et les risques d'érosion génétique. À cet effet, tous les échantillons les plus originaux ainsi que les doublons de sécurité de la collection doivent être entreposés durablement (voir les normes relatives à la duplication de sécurité). En outre, les normes concernant l'entreposage s'avèrent nécessaires lorsque l'objectif est de conserver des semences à moyen ou court terme afin de les maintenir en vie suffisamment longtemps pour les distribuer aux utilisateurs et évaluer le matériel génétique. En pareil cas, les normes n'ont nul besoin d'être aussi rigoureuses que pour la conservation à long terme.

30. Avant l'entreposage, les échantillons doivent être séchés jusqu'au degré d'humidité approprié. On peut avoir recours à diverses méthodes, dont la plus courante consiste à utiliser un produit dessiccateur ou une chambre de séchage déshumidifiée. Le choix de la méthode dépend de l'équipement disponible, du nombre et de la taille des échantillons à sécher, des conditions climatiques locales et des coûts. Cependant, le séchage ne peut accroître la longévité que dans une certaine mesure. À un degré d'humidité particulier, la longévité maximale pour une température d'entreposage donnée est atteinte et le fait de continuer à sécher les semences n'améliorera pas davantage leur longévité. Pour tirer le meilleur parti de la réfrigération ou de la congélation lors de l'entreposage, il est recommandé aux banques de gènes de sécher les semences jusqu'au degré d'humidité critique. On peut opter pour différentes combinaisons d'humidité relative et de température lors du séchage, sachant qu'il est possible d'accélérer ce processus en augmentant la température mais que le potentiel de vieillissement physiologique se réduit lorsque l'on abaisse la température.

31. Les conditions de stockage à long terme recommandées plus haut doivent garantir la bonne qualité des semences pendant une longue durée, qui dépend de l'espèce concernée. Les conditions d'entreposage à moyen terme, en revanche, sont adaptées à une durée de 30 ans et nécessitent généralement une réfrigération. L'entreposage à court terme doit permettre de disposer de semences de bonne qualité pendant au moins huit ans. Les semences peuvent être maintenues à température ambiante (à condition que celle-ci soit aussi fraîche et stable que

possible, et ne dépasse pas 25 °C) pour certaines des espèces présentant une grande longévité si l'humidité est contrôlée conformément à la Norme 3.2.2. Précisons que la longévité des semences matures de bonne qualité peut varier d'une espèce à l'autre, voire d'un lot à l'autre au sein d'une même espèce (Probert *et al.*, 2009; Nagel et Börner, 2009; Crawford *et al.*, 2007; Walters *et al.*, 2005). En raison de cette variation, particulièrement importante lorsque les semences sont récoltées à des degrés de maturité différents, le conservateur de la banque de gènes doit se montrer vigilant quant à la viabilité (voir les normes relatives aux essais de viabilité).

32. Puisque le degré d'humidité d'équilibre des semences est fonction de leur teneur en huile, la meilleure mesure correspondant à la norme relative au séchage est l'humidité relative à l'équilibre (HRE). Cette constante est déterminée par l'humidité relative et la température de l'environnement de séchage. Cependant, il convient de noter que l'HRE des semences conservées dans des récipients fermés diminuera ou augmentera selon que la température d'entreposage est inférieure ou supérieure à la température de séchage.

C. Aspects techniques

33. La longévité des semences est déterminée par les interactions entre des facteurs biologiques intrinsèques et la qualité et l'homogénéité de l'environnement d'entreposage, à savoir la température et le degré d'humidité de la semence (humidité relative à l'équilibre), mais elle dépend également de l'espèce. Il est établi que la longévité des semences s'accroît, dans une certaine mesure, lorsque leur degré d'humidité et la température d'entreposage baissent (Ellis et Roberts, 1980; Harrington, 1972). Des études ont démontré que le fait de sécher des semences au-delà d'un certain degré n'apportait pas ou peu de bénéfice supplémentaire en termes de longévité (Ellis *et al.* 1995; Ellis et Hong, 2006) et pouvait même accélérer le vieillissement des semences (Vertucci et Roos, 1990; Walters, 1998). Les normes relatives à l'entreposage, telles qu'elles sont présentées, ont vocation à garantir que les semences sont conservées au degré d'humidité optimal. Cependant, il a été prouvé que le fait de réduire la température d'entreposage accroissait le degré d'humidité optimal des semences (Walters et Engels, 1998; Ellis et Hong, 2006). Il peut donc exister un risque de trop sécher les semences. *A contrario*, certaines informations indiquent que des semences ont pu être entreposées sur le long terme dans des conditions de séchage extrême (Pérez-García *et al.*, 2009). Néanmoins, des incertitudes demeurent et des recherches plus approfondies sont nécessaires (Ellis et Hong, 2006; Vertucci et Roos, 1990; Walters, 1998).

34. Les conditions de séchage qui permettent d'atteindre le degré d'humidité critique correspondant à la température d'entreposage voulue doivent être déterminées en utilisant les isothermes d'hydrosorption. Ces équations mettent en évidence la relation entre la quantité d'eau présente dans les semences, généralement exprimée en pourcentage de leur poids total, et leur humidité relative. Pour une espèce donnée, il pourrait y avoir plusieurs combinaisons valables entre l'humidité relative et la température de séchage. Les relations isothermes, fondées sur la teneur en huile, sont disponibles en ligne sur le site de la Kew Seed Information Database (voir les références). Les opérateurs des banques de gènes doivent bien comprendre la relation entre l'humidité relative et la température d'entreposage pour être en mesure de décider de la combinaison la mieux adaptée à l'environnement de séchage des semences.

35. Dès que les semences ont atteint le degré d'humidité souhaité, elles doivent être emballées et entreposées. Après le séchage, l'humidité des semences doit être maintenue grâce à des récipients résistants à l'humidité. Différents types de récipients peuvent être utilisés, notamment en verre, en étain et en plastique, ainsi que du papier d'aluminium, chacun présentant des avantages et des inconvénients (Gomez-Campo, 2006). Par exemple, on considère que les récipients en verre peuvent accumuler de l'humidité et que les sacs en plastique aluminisés sont beaucoup plus adaptés, à condition qu'ils puissent contenir les semences. Dans tous les cas, des récipients en verre suffisamment épais pour ne pas se briser ou des emballages composés notamment d'une feuille de métal d'une épaisseur suffisante permettront de maintenir le degré d'humidité désiré jusqu'à 40 ans, selon l'humidité relative ambiante et l'étanchéité de la fermeture. La banque de gènes allemande, par exemple, utilise du papier d'aluminium

multicouches de 11 µm d'épaisseur, tandis que les échantillons conservés à Svalbard sont stockés dans des feuilles d'aluminium multicouches de 20 µm. Le degré d'humidité des semences ou le degré d'humidité à l'équilibre doit être mesuré périodiquement pendant la période d'entreposage pour s'assurer qu'il ne fluctue pas.

36. La température d'entreposage détermine la longévité maximale qu'un échantillon peut atteindre et la stabilité de l'environnement est essentielle pour préserver la viabilité des semences. Cependant, les données concernant l'entreposage à long terme à basse température sont limitées. Par le passé, il a été recommandé de maintenir une température de -18 °C car c'est la valeur la plus basse que puisse atteindre un compresseur de congélateur standard à un étage. On doit s'efforcer de maintenir les températures d'entreposage dans une fourchette de ± 3 °C par rapport à la valeur fixée et de limiter à moins d'une semaine par an la durée totale des fluctuations de plus grande ampleur. Les banques de gènes doivent enregistrer les écarts de température ainsi que les périodes pendant lesquelles les accessions sont extraites de l'environnement d'entreposage. Pour la conservation à court terme, les semences doivent être séchées et entreposées à la même température. Par exemple, si la température ambiante est de 20 °C, les semences doivent être séchées à cette température.

D. Circonstances particulières

40. Les semences destinées à être entreposées à long terme doivent être extraites le plus rarement possible et uniquement lorsque les échantillons conservés à moyen terme sont épuisés. On ne peut obtenir les conditions de stockage désirées lorsque le contrôle de l'environnement mécanique est défaillant ou que les semences sont sorties à plusieurs reprises de l'environnement d'entreposage contrôlé. Des générateurs de secours et une réserve de combustible suffisante doivent être disponibles sur le site.

37. Aucun récipient n'est totalement étanche et l'humidité des semences finira par rattraper celle de la chambre forte d'entreposage. Ce processus est plus rapide lorsqu'il s'agit de récipients fabriqués à partir de plastique isotherme ou bien si des récipients en verre ou multicouches ont été mal fermés ou présentent des défauts. Il arrive que des semences doivent être séchées de nouveau de temps en temps, et il convient de remplacer les récipients ou les joints d'étanchéité tous les 20 à 40 ans.

38. Si l'on utilise des récipients translucides, des sachets perforés en plastique transparent, remplis de gel de silice amené à température ambiante et contenant un indicateur coloré, peuvent servir à évaluer la performance du récipient pendant l'entreposage à long terme. Le changement de couleur du gel (stocké au milieu des semences) mettra en évidence des infiltrations d'humidité si le récipient n'est pas correctement fermé.

39. Les semences orthodoxes présentant une longévité peu élevée ou les semences de mauvaise qualité dès l'origine risquent de se détériorer plus rapidement et de ne pas respecter les normes de stockage à long terme, à moins d'avoir recours à la cryogénie.

E. Bibliographie sélective

Dickie J.B., Ellis, R.H., Kraak, H.L., Ryder, K. et Tompsett, P.B. 1990. Temperature and seed storage longevity. *Annals of Botany*, 65: 197-204.

Ellis, R.H. et Roberts, E.H. 1980. Improved equations for the prediction of seed longevity. *Annals of Botany*, 45: 13-30.

Ellis, R.H. et Hong, T.D. 2006. Temperature sensitivity of the low-moisture-content limit to negative seed longevity-moisture content relationships in hermetic storage. *Annals of Botany*, 97: 785-91.

Engels, J.M.M. et Visser, L. *A guide to effective management of germplasm collections*. IPGRI Handbooks for Genebanks. No. 6. IPGRI, Rome, Italie, 2003.

Gomez-Campo, C. 2006. Erosion of genetic resources within seedbanks: the role of seed containers. *Seed Science Research* 16:291-294

Harrington, J.F. 1972. Seed storage longevity. *In*: T.T. Kozlowski, ed. *Seed biology, Vol. III*. pp. 145-245 Academic Press, New York, États-Unis.

Kew Seed Information Database: module de prédiction de la viabilité des semences (<http://data.kew.org/sid/viability/percent1.jsp>; conversion de l'HR en teneur en eau (<http://data.kew.org/sid/viability/mc1.jsp>) et conversion de la teneur en eau en HR (<http://data.kew.org/sid/viability/rh.jsp>).

Nagel, M. et Börner A. 2009. The longevity of crop seeds stored under ambient conditions. *Seed Science Research*, 20: 1-12.

Pérez-García, F., Gómez-Campo, C. et Ellis, R.H. 2009. Successful long-term ultra dry storage of seed of 15 species of *Brassicaceae* in a genebank: variation in ability to germinate over 40 years and dormancy. *Seed Science and Technology*, 37(3): 640-649.

Probert, R.J., Daws, M.I. et Hay, F.R. 2009. Ecological Correlates of *Ex Situ* Seed Longevity: a Comparative Study on 195 Species. *Annals of Botany*, 104 (1): 57-69.

Smith, R.D., Dickie, J.D., Linington, S.L., Pritchard, H.W. et Probert, R.J. 2003. Seed Conservation: turning science into practice: Royal Botanic Gardens, Kew. Les chapitres peuvent être téléchargés à l'adresse: <http://www.kew.org/msbp/scitech/publications/sctsip.htm> (voir les chapitres 17 et 24).

Vertucci, C.W. et Roos, E.E. 1990. Theoretical Basis of Protocols for Seed Storage. *Plant Physiology*, 94:1019-1023.

Walters, C. 1998. Understanding the mechanisms and kinetics of seed aging. *Seed Science Research* 8:223-244.

Walters, C. 2007. Materials used for Seed Storage Containers. *Seed Science Research*, 17: 233-242.

Walters, C., Wheeler, L.J. et Stanwood, P.C. 2004. Longevity of cryogenically-stored seeds. *Cryobiology*, 48: 229-244.

Walters, C. et Engels, J. 1998. The effect of storing seeds under extremely dry conditions. *Seed Science Research*, 8. Supplement 1, pp 3-8.

Walters, C., Wheeler, L.J. et Grotenhuis, J. 2005. Longevity of seeds stored in a genebank: species characteristics. *Seed Science Research* 15:1-20.

3.3. NORMES RELATIVES AUX ESSAIS DE VIABILITÉ

A. Normes

3.3.1. Le test de viabilité initiale des semences est réalisé après nettoyage et séchage de l'accession ou, au plus tard, dans les 12 mois qui suivent sa réception par la banque de gènes.

3.3.2. La valeur germinative initiale doit être supérieure à 85 pour cent pour la plupart des semences d'espèces cultivées. Pour certaines accessions et espèces sauvages ou forestières qui ne présentent pas en temps normal des niveaux de germination élevés, un pourcentage plus faible est acceptable.

3.3.3. Les intervalles séparant les essais de viabilité doivent être fixés à un tiers du délai au bout duquel on estime que la viabilité sera tombée à 85 pour cent¹ de la viabilité initiale ou plus bas, selon l'espèce et l'accession concernée, sans toutefois dépasser 40 ans. Si cette période de détérioration ne peut pas être évaluée et que les accessions sont destinées à être entreposées sur le long terme à -18 °C dans des récipients hermétiques, l'intervalle doit être de 10 ans pour les espèces dont on attend une longévité importante et de cinq ans pour les autres.

3.3.4. Le seuil de viabilité pour la régénération ou d'autres décisions de gestion comme la réalisation d'une nouvelle collecte doit être fixé à 85 pour cent de la viabilité initiale ou plus bas, selon l'espèce et l'accession concernée.

B. Informations générales

40. De bonnes conditions d'entreposage permettent de préserver la viabilité du matériel génétique mais ne l'empêchent pas de baisser. Les banques de gènes s'intéressent à la viabilité du point de vue du potentiel germinatif pour la conservation, ainsi que des essais de germination en vue de créer une population qui se régénère. Il est donc nécessaire d'évaluer périodiquement la viabilité. Le test de viabilité initiale doit être réalisé le plus tôt possible, avant que les semences ne soient emballées et stockées; les essais suivants sont effectués à intervalles réguliers pendant l'entreposage. Si, pour des raisons pratiques liées au flux de travail et à l'efficacité, le test de viabilité initiale ne peut être pratiqué préalablement à l'entreposage, il doit se dérouler dès que possible et au plus tard dans les 12 mois qui suivent la réception. Ce cas peut se présenter dans des banques de gènes abritant plusieurs espèces car les régimes de germination sont extrêmement variés et les échantillons d'une même espèce sont testés tous en même temps, une fois par an.

41. L'objectif de ces essais est de détecter les pertes de viabilité pendant l'entreposage à long terme, avant que celle-ci ne tombe au-dessous du seuil de régénération. Le principe directeur fondamental est la gestion active de la collection. Des tests trop fréquents engendreront un gaspillage inutile de semences et de ressources. D'autre part, une chute importante de la viabilité peut échapper à la détection si les essais sont retardés ou irréguliers. Le vieillissement avancé peut entraîner des transformations génétiques (sélection aléatoire ou ciblée), la fixation de mutations non réparées, voire la disparition totale de l'échantillon.

42. Lorsque l'on prévoit que la viabilité tombera à 85 pour cent avant le prochain essai programmé, celui-ci doit être avancé ou l'échantillon doit être directement affecté à la régénération.

43. Le risque d'érosion génétique lors du stockage est inférieur pour les échantillons homogènes et la baisse de la valeur germinative au-dessous de 85 pour cent est acceptable tant

¹ Le moment de la perte de viabilité peut être prévu pour une large variété d'espèces cultivées grâce à une application en ligne fondée sur les équations de viabilité d'Ellis et Roberts (voir <http://data.kew.org/sid/viability/>).

que l'établissement des plants au moment de la régénération demeure suffisant. Pour ceux qui proviennent d'espèces sauvages ou de variétés locales, la norme de 85 pour cent doit être respectée. Les semences fraîchement renouvelées de certains échantillons spécifiques, variétés locales, espèces sauvages ou forestières atteignent rarement une viabilité de 85 pour cent. Le conservateur peut alors fixer le seuil de viabilité à une valeur inférieure pour des espèces données, par exemple, 70 pour cent ou moins.

44. Des modèles permettant de prévoir la longévité des semences conservées à température ambiante, réfrigérées ou congelées sont disponibles pour diverses espèces agricoles. Le personnel des banques de gènes doit utiliser les outils prédictifs mis à sa disposition et étudiés pour des espèces particulières et tenir compte des conditions de stockage pour anticiper la durée pendant laquelle les semences vont conserver une viabilité élevée et pour orienter les autres opérations des banques de gènes, comme les essais de viabilité et la détermination des fréquences de régénération (voir les normes relatives aux essais de viabilité et à la régénération). Les prévisions de longévité fondées sur les caractéristiques générales de l'espèce doivent être considérées comme des estimations présentant des intervalles de confiance larges. Les banques de gènes sont encouragées à générer et à communiquer de nouvelles informations décrivant les réponses des espèces aux conditions d'entreposage, et à les actualiser.

C. Aspects techniques

45. Les intervalles séparant les essais de viabilité doivent être ajustés en fonction des données issues des essais de germination. Dès que l'on détecte une baisse significative, il faut les réduire pour affiner la prévision afin de respecter la norme de viabilité.

50. Lorsque la viabilité initiale très élevée (supérieure à 98 pour cent), elle peut connaître une chute significative d'un point de vue statistique, et ce bien avant la date à laquelle elle aurait dû tomber à 85 pour cent, alors que la germination est encore bien supérieure à 90 pour cent. À ce stade, il est probablement prématuré et inutile d'opter pour une régénération ou une nouvelle collecte. Cependant, les intervalles entre les essais suivants doivent être raccourcis (par exemple, cinq ans au lieu de dix) afin de suivre plus précisément la baisse.

46. Les accessions de moindre qualité peuvent être extrêmement proches du point de basculement si la viabilité chute relativement rapidement, ce qui est inquiétant. Elles doivent être gérées avec soin et, dans un premier temps, les essais de viabilité doivent être pratiqués tous les trois à cinq ans pendant la période d'entreposage. Des tests peu fréquents (tous les 10 ans, par exemple) ne permettent pas toujours de détecter une détérioration rapide et le seuil de viabilité de 85 pour cent peut être manqué, ce qui a des conséquences négatives sur l'intégrité génétique de la collection. À cet égard, l'utilisation de modèles statistiques peut aider à prévoir le point de basculement et un calendrier adapté pour une régénération convenable.

47. Les essais de viabilité doivent fournir au gestionnaire une approximation de la viabilité de l'échantillon. L'objectif doit être de détecter des différences de + 5 pour cent environ, et non de + 0,1 pour cent. La taille des échantillons destinés aux essais de viabilité sera inévitablement dépendant de la taille de l'accession, mais doit être maximisée afin d'obtenir une certitude statistique. Cependant, la taille de l'échantillon doit être réduite autant que possible pour éviter de gaspiller des semences. Les semences conservées dans une banque de gènes constituent une ressource précieuse et ne doivent pas être gaspillées.

48. Il est difficile d'établir une norme stricte relative au nombre de semences destinées aux essais de germination dans les banques de gènes. En règle générale, on recommande d'utiliser 200 semences pour les essais de germination initiale (ISTA, 2008) – suivis de tests séquentiels, si la germination initiale est inférieure à 90 pour cent (Ellis *et al.* 1985) pendant l'entreposage. Cependant, dans le cas où l'on ne dispose pas des quantités suffisantes, des échantillons de 100 semences ou moins peuvent suffire et doivent être répliqués. L'essai de germination fournit un indice de viabilité et même de petits échantillons peuvent apporter au gestionnaire des

informations utiles. En pratique, la taille réelle de l'échantillon destiné à la germination dépendra de celle de l'accession, qui est généralement très limitée dans les banques de gènes (idéalement, la taille minimale recommandée est de 1 500 semences pour les espèces autogames et de 3 000 pour celles à pollinisation croisée). Il est important de réduire autant que possible l'utilisation des précieuses semences nécessaires aux essais de germination. Pour les accessions de petite taille (comme c'est souvent le cas pour les espèces sauvages), des échantillons de 50 semences ou moins sont acceptables. Cependant, il faut avoir conscience que les taux de germination peuvent être plus élevés en-deçà du seuil. Le conservateur de la banque de gènes doit donc évaluer ce risque.

49. L'essai de germination doit toujours être préféré à d'autres méthodes comme le test au tétrazolium. Cependant, dans les circonstances où il est impossible de supprimer la dormance, d'autres types de tests peuvent être réalisés. Il est recommandé de mesurer la germination à deux moments différents afin de déterminer quelles sont les semences qui germent lentement ou rapidement. Le nombre de semences qui germent de manière anormale doit être enregistré. Le ralentissement de la germination et l'accroissement du nombre de semences qui germent anormalement sont souvent des indicateurs précoces de détérioration.

50. On doit s'efforcer de faire germer toutes les semences viables d'une collection en réunissant les conditions optimales et en utilisant des traitements appropriés d'interruption de la dormance, si besoin est. À la fin de l'essai, les semences qui n'ont pas germé doivent être soumises à un test de recouplement pour déterminer si elles sont mortes ou en dormance. Les semences dont le tissu est ferme et frais sont susceptibles d'être en dormance et doivent donc être comptées comme des semences viables.

51. Toutes les données et informations obtenues à l'occasion des essais de viabilité doivent être enregistrées et entrées dans le système de documentation.

D. Circonstances particulières

52. Il est reconnu que le suivi de la viabilité est une activité coûteuse et que les banques de gènes souhaiteraient trouver des procédures permettant de réduire les coûts. Une telle procédure peut nécessiter de mesurer la qualité des semences dans un sous-échantillon d'accessions de la même espèce et récoltées la même année. Cette pratique peut mettre en évidence des tendances globales concernant l'effet de l'année de récolte sur la qualité des semences, mais ne prend pas en compte les interactions entre le génotype et l'année de récolte dont on sait qu'elles sont importantes pour la qualité des semences. S'il est impossible de subdiviser l'échantillon, il faut procéder avec suffisamment de rigueur statistique pour s'assurer de l'utilité des données en vue d'analyses futures. Par exemple, des essais de germination effectués sur moins de 10 accessions n'auront pas une force statistique suffisante pour permettre de comparer les accessions récoltées pendant des années différentes. Si une stratégie de sous-échantillonnage devait être utilisée, au moins 10 pour cent d'accessions (soit au minimum 10 accessions) d'une même espèce récoltées la même année devraient être évaluées. Cependant, il faut garder à l'esprit que cette stratégie des 10 pour cent ne permet pas toujours de détecter la perte de viabilité chez certaines accessions, en raison d'une variation intrinsèque entre les accessions. Une telle stratégie ne doit être utilisée qu'en cas d'absolue nécessité.

53. Lorsque les conditions de récolte et les degrés de maturité sont variables d'une accession à l'autre, la stratégie d'échantillonnage peut consister à former des sous-groupes. Une autre stratégie consisterait à procéder à de nouveaux tests sur les accessions qui présentaient les résultats de viabilité les plus faibles lors des tests initiaux. Les données obtenues doivent alerter rapidement sur la performance du lot dans son ensemble.

54. Le résultat du test de germination initiale pratiqué au moment de la récolte pour les espèces réputées à graine dure et les accessions que l'on trouve fréquemment dans certaines espèces de légumineuses fourragères et de plantes sauvages apparentées aux espèces cultivées ne

dépasse pas toujours 45 pour cent. Cette valeur peut augmenter jusqu'à 95 pour cent ou plus au bout de 10-15 ans et se maintenir à ce niveau pendant de longues périodes. Si la germination initiale est inférieure à 90 pour cent, il faut alors régénérer les semences ou en collecter de nouvelles à la première baisse significative qui sera détectée à l'issue d'un test statistique approprié.

60. Cependant, il est reconnu qu'une variation intraspécifique au sein des accessions a été observée pour une gamme très large d'accessions. Les stratégies décrites plus haut impliquent donc des risques qui doivent être pris en considération. Les essais de viabilité sont généralement plus problématiques pour les accessions des espèces sauvages que pour celles des espèces cultivées. Les semences en dormance sont souvent plus nombreuses et, en raison de la petite taille des accessions, la taille minimale des échantillons destinés aux essais de germination doit être inférieure, ce qui aura inévitablement une incidence sur la capacité à détecter le début de la détérioration des semences.

55. Pour ce qui est du test de viabilité initiale, il est également possible que les banques de gènes reçoivent de petites quantités de semences. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de tester la viabilité initiale des semences puisque les échantillons sont destinés à la régénération. Cependant, la viabilité des semences régénérées doit être testée avant l'entreposage.

56. La fourchette de longévité intrinsèque est également plus large chez les espèces sauvages. Les espèces de la Méditerranée ou d'habitats tropicaux arides présentent généralement une longévité très importante et, à l'inverse, certaines espèces des régions froides et tempérées sont réputées comme ayant une longévité plus courte. Pour ces dernières, il faut envisager des intervalles de test ne dépassant pas trois ans ainsi qu'une duplication en cryostockage à titre de mesure conservatoire. Si les conditions d'entreposage ne sont pas réunies (comme en cas de coupure d'électricité prolongée lorsque les semences sont stockées dans des unités de réfrigération), cela aura un impact négatif sur la viabilité qui dépendra de l'espèce, de la durée de la perturbation et des conditions prévalant à ce moment-là. En pareil cas, un plan de gestion des catastrophes doit être déclenché. Par exemple, il peut être nécessaire de tester certains échantillons représentatifs immédiatement après le retour aux conditions de stockage adaptées.

E. Bibliographie sélective

Association internationale d'essais de semences (AIES). 2008. *International Rules for Seed Testing*. Bassersdorf, Suisse.

Association of Official Seed Analysts (AOSA). 2005. Page 113. In: Capashew, ed. *Rules for Testing Seeds*, 4-0, 4-11. Las Cruces, Nouveau-Mexique, États-Unis

Dickie, J.B., Ellis, R.H., Kraak, H.L., Ryder, K. et Tompsett, P.B. 1990. Temperature and seed storage longevity. *Annals of Botany*, 65:197-204.

Ellis, R.H. et Roberts, E.H. 1980. Improved equations for the prediction of seed longevity. *Annals of Botany*, 45:13-30.

Ellis, R.H., Hong, T.D. et Roberts, E.H. 1985. Sequential germination test plans and summary of preferred germination test procedures. *Handbook of seed technology for genebanks: Vol I. Principles and methodology*, Chapter 15, pp 179-206. Conseil international des ressources phytogénétiques. Rome, Italie.

Engels, J.M.M. et Visser, L. eds. 2003. *A guide to effective management of germplasm collections*. IPGRI Handbooks for Genebanks No. 6. IPGRI, Rome, Italie.

ENSCONET Manuel: http://www.ensconet.eu/PDF/Curation_protocol_English.

Harrington, J.F. 1972. Seed storage longevity. *In*: T.T. Kozlowski, ed. *Seed biology, Vol III*, pp.145-245, Academic Press, New York, Etats-Unis.

Nagel, M. et Börner, A. 2010. The longevity of crop seeds stored under ambient conditions. *Seed Science Research* 20, 1-12.

Nagel, M., Rehman Arif, M.A., Rosenhauer, M. et Börner, A. 2010. Longevity of seeds - intraspecific differences in the Gatersleben genebank collections. Tagungsband der 60 Jahrestagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs 2009, 179-181.

Royal Botanical Gardens, Kew Seed Information Database (SID): <http://data.kew.org/sid/>.

Smith, R.D., Dickie, J.D., Linington, S.L., Pritchard, H.W. et Probert, R.J. 2003. *Seed Conservation: turning science into practice*: Royal Botanic Gardens, Kew. Les chapitres peuvent être téléchargés à l'adresse: <http://www.kew.org/msbp/scitech/publications/sctsip.htm> (voir les chapitres 17 et 24).

3.4. NORMES RELATIVES À LA RÉGÉNÉRATION

A. Normes

3.4.1. Il convient de procéder à une régénération lorsque la viabilité chute sous le seuil de 85 pour cent de sa valeur initiale ou lorsque la quantité de semences restante ne suffit pas à réaliser trois ensemencements d'une population représentative de l'accession. L'échantillon le plus original doit servir à régénérer ces accessions.

3.4.2. L'échantillon de l'accession à régénérer doit contenir un nombre minimal de plants correspondant au moins à 95 pour cent des allèles présentant une fréquence minimale de 0,05.

3.4.3. La régénération doit être réalisée de manière à préserver l'intégrité génétique d'une accession donnée. Des mesures de régénération spécifiques à chaque espèce doivent être prises pour prévenir les mélanges et la contamination génétique imputables à la dispersion de gènes par le biais du pollen issu d'autres accessions de la même espèce ou d'autres espèces situées autour des champs de régénération.

3.4.4. Si possible, au moins 50 semences de l'échantillon original et des échantillons les plus originaux suivants sont archivées en vue d'un entreposage à long terme à des fins de référence.

B. Informations générales

57. La régénération est une opération essentielle, qui relève pleinement de la responsabilité de toute banque de gènes conservant des semences orthodoxes. Ce processus conduit à une augmentation du nombre de semences stockées (aussi appelée « multiplication ») dans la banque de gènes et/ou à un accroissement de la viabilité des semences égal ou supérieur à un niveau minimal convenu, que l'on qualifie de seuil de régénération. On régénère une accession lorsqu'elle ne contient pas suffisamment de semences pour un stockage à long terme (par exemple, 1 500 graines pour une espèce autogame et 3 000 pour une espèce à fécondation croisée) ou lorsque sa viabilité a chuté au-dessous du seuil minimal établi (c'est-à-dire au-dessous de 85 pour cent de la valeur germinative initiale). On doit également procéder à une régénération lorsque le nombre de semences s'est réduit en raison de l'utilisation fréquente de l'accession. Si une accession est rarement demandée et que sa viabilité est acceptable, le nombre de semences peut alors être inférieur à 1 000 avant la régénération. À chaque régénération, en particulier pour les espèces à fécondation croisée, l'échantillon risque de perdre des allèles rares ou de voir son profil génétique transformé. La fréquence de régénération doit donc être réduite autant que faire se peut. Il n'est pas nécessaire de disposer d'un nombre élevé de semences pour les accessions ou espèces rarement demandées.

58. La régénération pouvant aisément modifier la composition génétique d'une accession (et, par là, son intégrité génétique), il faut prendre toutes les précautions possibles. Par conséquent, les opérateurs de banques de gènes devront trouver un équilibre subtil entre la perte éventuelle de viabilité et le fait de limiter la régénération, qui peut avoir une incidence sur l'intégrité génétique de l'accession. Une gestion active des collections contribue grandement à déterminer le moment le plus approprié pour la régénération.

59. La régénération doit avoir le moins d'impact possible sur l'intégrité génétique de l'accession en question. Cela signifie que, outre les considérations liées à l'échantillonnage de l'accession concernée (voir le paragraphe ci-après), il convient de porter l'attention nécessaire à l'environnement dans lequel l'activité est réalisée car celui-ci peut créer une forte pression de sélection. L'environnement de régénération doit être aussi semblable que possible au site de collecte, en particulier lorsque la régénération concerne une population recueillie dans la nature, afin de réduire au maximum la dérive génétique et d'obtenir la meilleure qualité de semences possible. Il est souvent difficile de récolter en quantité suffisante des semences de plantes sauvages apparentées aux espèces cultivées car les graines ou les plants sont moins nombreux que

chez d'autres espèces, ou en raison des mécanismes de dissémination des plants comme l'égrenage spontané. Il est donc nécessaire de veiller à l'utilisation de pratiques techniques appropriées pour recueillir autant de semences que possible (par exemple, en utilisant des filets pour capturer les semences tombées). En outre, plusieurs cycles de régénération peuvent être nécessaires pour s'assurer que l'on conserve suffisamment de semences. Pour la régénération, il convient de créer des conditions environnementales favorables à la production de semences et de réduire autant que possible la concurrence entre les plants. Les conditions prévalant sur les sites de collecte présentent souvent au moins un aspect qui empêche de maximiser la production de semences. Il faut donc trouver un réel compromis entre des conditions totalement favorables et les signaux particuliers (qu'ils soient photopériodiques, nutritionnels ou climatiques) qui relèvent de l'adaptation locale de chaque accession. Cela fait partie de l'art du conservateur. Si le site de la banque de gènes n'offre pas les conditions favorables au niveau local, le conservateur doit examiner les possibilités de régénérer l'accession dans un environnement adapté. La reproduction de l'environnement de collecte ne doit pas nécessairement être l'objectif du conservateur.

60. Pour préserver l'intégrité génétique des collections de banques de gènes pendant la régénération des semences, il est important que l'échantillonnage des accessions soit réalisé de manière efficace. Le nombre de semences à utiliser pour le processus de régénération doit être suffisant pour que celles-ci soient représentatives de la diversité génétique d'une accession et pour capturer au moins un allèle rare avec une certaine probabilité.

61. La méthodologie à utiliser pour la régénération peut varier d'une espèce à l'autre et dépend, entre autres facteurs, de la taille de la population, du système de reproduction et de l'efficacité de la pollinisation. Par conséquent, il est extrêmement important de collationner autant d'informations biologiques pertinentes que possible au sujet de l'espèce concernée. En outre, lorsque cela est possible et utile, il est recommandé de se servir du processus de régénération pour caractériser les accessions (voir les normes relatives à la caractérisation). Cependant, dans le cas des espèces à pollinisation croisée, il est souvent difficile de le faire pour des raisons logistiques.

C. Aspects techniques

62. Pour préserver l'intégrité génétique des accessions, il est recommandé d'utiliser des semences issues de l'échantillon le plus original aux fins de la régénération. Pour la multiplication, il est recommandé d'utiliser des semences provenant de la collection de travail pour un maximum de cinq cycles, sans revenir à l'échantillon le plus original (IPGRI, 2003).

63. Précisons que, dans les cas où la collection ou le don original est constitué d'un petit échantillon, il est nécessaire de régénérer immédiatement le matériel dès sa réception afin d'obtenir une quantité de semences permettant l'entreposage à long terme. Il est important de noter le numéro du cycle de régénération et d'entrer les informations dans le système de documentation. Il est recommandé à la banque de gènes receveuse de toujours mettre de côté des semences de l'échantillon initial à des fins de référence ultérieure. Même si ces semences originales perdent leur viabilité, elles peuvent permettre de confirmer la morphologie ou le génotype de nouvelles générations de l'accession concernée.

64. La taille de l'échantillon à utiliser pour la régénération doit refléter la composition génétique de l'accession, c'est-à-dire la biologie reproductive de l'espèce en question ainsi que le degré d'homogénéité ou d'hétérogénéité de l'accession. À cet effet, la taille effective de la population (N_e) est un paramètre clé qui aura une incidence sur le degré de dérive génétique associé à la régénération de l'accession. La taille effective minimale permettant de limiter la perte d'allèles peut être estimée pour chaque accession en se fondant sur la biologie de la pollinisation, les conditions de culture et les techniques de récolte (voir le paragraphe 25b).

65. Pour éviter la dispersion de gènes ou la contamination, il est extrêmement important d'utiliser des méthodes qui permettent d'isoler efficacement les parcelles des accessions d'espèces à pollinisation croisée qui doivent être régénérées. Cela s'applique également aux

espèces autogames, selon l'environnement de régénération. Pour les espèces dépendantes de pollinisateurs spécifiques, des cages d'isolement et les pollinisateurs correspondants doivent être utilisés (Dulloo *et al.*, 2008). La contamination et la dérive génétique peuvent être évaluées grâce aux caractéristiques morphologiques et enzymatiques ou à d'autres caractéristiques distinctives qui peuvent servir de marqueurs (par exemple, la couleur des fleurs, des graines, etc.) ou grâce à des marqueurs moléculaires.

66. Les collections de référence (spécimens d'herbier, photographies et/ou descriptions des accessions originales) sont essentielles pour vérifier la conformité au type (Lehmann et Mansfeld, 1957). Il est nécessaire de procéder à des inspections minutieuses des semences obtenues et lors de la première régénération d'une nouvelle accession afin de collecter d'importantes informations de référence.

67. Pour éviter les disparités de maturité entre les semences d'un échantillon, plusieurs récoltes doivent être réalisées pendant la saison de fructification.

D. Circonstances particulières

68. La gestion d'une banque de gènes et d'une collection de matériel génétique présente de multiples facettes; les considérations scientifiques doivent être combinées, entre autres, aux aspects économiques, infrastructurels et liés au personnel, et il faut rechercher l'équilibre optimal. Cependant, comme nous l'avons déjà expliqué, les principes fondamentaux comme l'intégrité génétique et l'identité doivent faire l'objet de la plus grande attention au moment de la régénération des accessions. Néanmoins, le rôle du conservateur présentera toujours une dimension relative à la gestion des risques. Une solide connaissance biologique de l'espèce en question est un élément clé qui aide à prendre les meilleures décisions possibles dans des situations difficiles. Les facteurs comme la taille de l'échantillon, la distance entre les accessions et les autres formes d'isolement, le respect des seuils de perte de viabilité établis et les conditions de culture doivent tous être pris en compte comme il se doit lorsque l'on planifie une activité de régénération.

69. Au vu de cette complexité, il n'est pas utile de rechercher d'éventuelles circonstances particulières. En cas d'urgence, il serait judicieux de demander conseil à des experts et/ou de collaborer avec d'autres banques de gènes en mesure d'apporter leur aide.

E. Bibliographie sélective

Breese, E.L. 1989. *Regeneration and multiplication of germplasm resources in seed genebanks: the scientific background*. Disponible en ligne à l'adresse: http://www2.bioversityinternational.org/publications/Web_version/209/.

Crossa, J. 1995. Sample size and effective population size in seed regeneration of monoecious species. In: J.M.M. Engels, R. Ramantha Rao, eds. *Regeneration of seed crops and their wild relatives. Proceedings of a consultation meeting, 4-7 décembre 1995*. ICRISAT, Hyderabad, Inde. Institut international des ressources phylogénétiques, Rome, Italie. pp.140–143.

Dulloo, M.E., Hanson, J., Jorge, M.A. et Thormann, I. 2008. Regeneration guidelines: general guiding principles. In: M.E. Dulloo, I. Thormann, M.A. Jorge et J. Hanson, eds. *Crop specific regeneration guidelines*. Programme sur les ressources génétiques à l'échelle du Système du GCRAI, Rome, Italie. 6 pp.

Engels, J.M.M. et Ramantha Rao, R. eds. 1995. Regeneration of seed crops and their wild relatives. Proceedings of a consultation meeting, 4-7 décembre 1995. ICRISAT, Hyderabad, Inde. Institut international des ressources phylogénétiques, Rome, Italie. pp.140–143.

Engels, J.M.M. et Visser, L. 2003. *A guide to effective management of germplasm collections*. IPGRI Handbooks for Genebanks No. 6. IPGRI, Rome, Italie.

Lawrence, L. 2002. *A comprehensive collection and regeneration strategy for ex situ conservation*. *Genetic resources and crop evolution* 49 (2): 199-209.

Lehmann C.O. et Mansfeld R. 1957. Zur Technik der Sortimentserhaltung. *Kulturpflanze* 5: 108-138.

Programme sur les ressources génétiques à l'échelle du Système du GCRAI Crop Genebank Knowledge Base (<http://croptgenebank.sgrp.cgiar.org>).

Rao, N.K., Hanson, J., Dulloo, M.E., Ghosh, K., Nowell, D. et Larinde, M. 2006. *Manual of seed handling in genebanks*. *Handbooks for Genebanks* No. 8. Bioversity International, Rome, Italie.

Sackville Hamilton, N.R. et Chorlton, K.H. 1997. *Regeneration of accessions in seed collections: a decision guide*. J. Engels, ed. *Handbook for Genebanks* No. 5. Institut international des ressources phytogénétiques, Rome, Italie.

3.5 NORMES RELATIVES À LA CARACTÉRISATION

A. Normes

3.5.1. Environ 60 pour cent des accessions doivent être caractérisées dans les cinq à sept ans suivant leur acquisition ou pendant le premier cycle de régénération.

3.5.2. La caractérisation est fondée sur des formats de mesure standardisés et calibrés. Les données qui s'y rapportent s'appuient sur la liste de descripteurs convenue au niveau international et sont mises à la disposition du public.

B. Informations générales

70. La caractérisation est la description du matériel phytogénétique. Elle détermine l'expression des caractères hautement héritables – qui vont des aspects morphologiques, physiologiques et agronomiques aux protéines, huiles et marqueurs moléculaire contenus dans les semences.

71. La caractérisation peut être réalisée à n'importe quel stade du processus de conservation, tant que le nombre de semences est suffisant pour un échantillonnage. Il est essentiel que le matériel génétique conservé soit connu et décrit de façon aussi étendue que possible afin de garantir son utilisation maximale par les sélectionneurs. Par conséquent, la caractérisation doit être effectuée dès que possible pour ajouter de la valeur à la collection. Le recours à une série minimale de caractéristiques phénotypiques, physiologiques et qualitatives ainsi qu'à des descripteurs morphologiques et à des informations relatives au système de reproduction, comme celles publiées par Bioversity International, est utile pour la caractérisation. On peut aussi trouver des descripteurs pertinents dans les publications de l'Union internationale pour la protection des accessions végétales (UPOV) et du National Plant Germplasm System (NPGS) du Département de l'agriculture des États-Unis. L'application aux données de caractérisation de normes convenues au niveau international accroît leur utilité.

72. Compte tenu des avancées des biotechnologies, la science des marqueurs moléculaires et la génomique sont de plus en plus utilisées en caractérisation (de Vincente *et al.*, 2004). La caractérisation permettra de détecter la diversité au sein des accessions. Il peut être nécessaire de recourir à des méthodes comme la subdivision des échantillons pour assurer la préservation des allèles rares ou améliorer l'accès à des allèles donnés. Il est extrêmement important de conserver une trace des observations réalisées et des mesures effectuées.

C. Aspects techniques

73. La caractérisation est coûteuse et demande beaucoup de temps. On peut s'efforcer, dans la mesure du possible, de la combiner à la multiplication ou à la régénération. Les conservateurs doivent faire tout leur possible pour enregistrer les données de caractérisation. Il est néanmoins judicieux d'encourager l'utilisation de la réplication pour la caractérisation des traits hautement héritables.

74. Les caractéristiques et les traits des plantes cultivées sont définis par des experts et/ou les conservateurs en consultation avec les gestionnaires de banques de gènes. De nombreuses listes de descripteurs ont été élaborées, notamment par Bioversity International, et des séries minimales de descripteurs essentiels à l'utilisation du matériel génétique ont été établies pour plusieurs d'entre elles. En outre, des listes de descripteurs régionales et nationales, comme celle du NPGS, sont disponibles. L'enregistrement des données doit être confié à des professionnels qualifiés, qui doivent utiliser les formats calibrés et standardisés comme indiqué dans les listes de descripteurs convenues et publiées au niveau international. Les données doivent être validées par le conservateur et les documentalistes avant d'être téléchargées dans la base de données de la

banque de gènes et mises à la disposition du public. Par ailleurs, il est reconnu que les collections de référence (spécimens d'herbier, semences, photographies) contribuent grandement à la vérification de la conformité au type.

D. Circonstances particulières

75. La fiabilité des données peut varier d'un collecteur à l'autre si ces derniers ne sont pas suffisamment formés ou expérimentés. Par conséquent, il est nécessaire que des techniciens qualifiés dans le domaine des ressources phytogénétiques soient présents pendant toute la durée du cycle de croissance afin d'enregistrer les données de caractérisation et de recueillir toutes les informations qui s'y rapportent. Il est également souhaitable de disposer d'une expertise en taxonomie, en biologie semencière et en pathologie végétale (en interne ou apportée par des instituts collaborateurs) pendant le processus de caractérisation.

76. La caractérisation réclame une forte intensité de main-d'œuvre et des fonds suffisants pour permettre la collecte de données de bonne qualité. Procéder à une caractérisation complète pendant les cycles de régénération peut réduire le nombre d'accessions en mesure d'être régénérées pour chaque cycle.

77. L'incidence d'organismes nuisibles ou de maladies peut limiter la collecte de données de qualité. La détermination de certains traits comme la teneur en huile ou en protéines nécessite des analyses de laboratoire qui ne peuvent pas toujours être réalisées ou sont parfois coûteuses.

E. Bibliographie sélective

Bioversity International. Listes des descripteurs de cultures disponibles en ligne, à l'adresse http://www.biodiversityinternational.org/research/conservation/sharing_information/descriptor_lists.html et sur le site de la Crop Genebank Knowledge Base du Programme sur les ressources génétiques à l'échelle du Système du GCRAI.

Bioversity International. 2007. Developing crop descriptor lists, Guidelines for developers. Bioversity Technical Bulletin No. 13. Bioversity International, Rome, Italie. 71 p. Disponible en ligne à l'adresse: [http://www.biodiversityinternational.org/index.php?id=19&user_biodiversitypublications_pi1\[showUId\]=3070](http://www.biodiversityinternational.org/index.php?id=19&user_biodiversitypublications_pi1[showUId]=3070).

FAO/IPGRI. 2001. *Descripteurs de passeport multi-cultures*. FAO, Rome 4 pp. Disponibles en ligne à l'adresse: [http://www.biodiversityinternational.org/index.php?id=19&user_biodiversitypublications_pi1\[showUId\]=2192](http://www.biodiversityinternational.org/index.php?id=19&user_biodiversitypublications_pi1[showUId]=2192). **NPGS:** <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/croplist.pl>.

Lehmann, C.O. et Mansfeld, R. 1957. Zur Technik der Sortimentserhaltung. Kulturpflanze 5: 108-138.

Vicente, M.C. (de), Metz, T. et Alercia, A. 2004. *Descriptors for Genetic Marker Technologies*. Institut international des ressources phytogénétiques, Rome, Italie. 30 p. Disponibles en ligne à l'adresse: [http://www.biodiversityinternational.org/index.php?id=19&user_biodiversitypublications_pi1\[showUId\]=2789](http://www.biodiversityinternational.org/index.php?id=19&user_biodiversitypublications_pi1[showUId]=2789).

UPOV. http://www.upov.int/en/publications/tg_rom/tg_index.html

3.6 NORMES RELATIVES A L'EVALUATION

A. Normes

3.6.1 Les données d'évaluation sur les accessions des banques de gènes devraient être obtenues pour des traits inclus sur des listes de descripteurs des plantes cultivées convenues au niveau international. Elles devraient être conformes aux formats de mesure standardisés et calibrés.

3.6.2 Les données d'évaluation devraient être obtenues pour autant d'accessions que possible en pratique, au moyen d'analyses en laboratoire, en serre et/ou sur le terrain, selon le cas.

3.6.3 Les essais d'évaluation devraient être réalisés dans au moins trois sites divers du point de vue environnemental et les données devraient être collectées sur au moins trois ans.

B. Informations générales

84. L'évaluation est l'enregistrement des caractéristiques dont l'expression est souvent influencée par des facteurs environnementaux. Elle implique la collection méthodique des données portant sur les traits agronomiques et qualitatifs au moyen d'essais expérimentaux conçus de manière appropriée. Les données d'évaluation incluent fréquemment les évaluations sur la résistance aux insectes ravageurs, la pathologie végétale et la qualité (par exemple teneur en huile et en protéines) et les traits environnementaux (sécheresse/froid, tolérance et autres). Ces ensembles de données sont très recherchés par les utilisateurs pour incorporer des traits dans les programmes de sélection et améliorer l'utilisation des collections. Ces traits, pour lesquels les accessions de matériel phylogénétique sont évaluées, sont définis à l'avance par les experts en culture en collaboration avec les conservateurs des banques de gènes. Les données d'évaluation fiables qui sont facilement accessibles aux sélectionneurs et aux chercheurs facilitent grandement l'accès aux accessions de matériel phylogénétique et leur utilisation. Le matériel génétique peut être évalué de manière systématique en utilisant une approche de réseau, aussi bien au niveau international qu'au niveau national.

85. Obtenir une évaluation des banques de gènes demande beaucoup de temps et est souvent plus coûteux qu'obtenir des données de caractérisation. Les conservateurs devraient déployer tous les efforts possibles pour obtenir les enregistrements des données d'évaluation. Une source possible pour obtenir les enregistrements des évaluations sont les utilisateurs qui les ont réalisées et à qui des semences ont été fournies. La banque de gènes devrait solliciter l'utilisateur afin qu'il partage les données d'évaluation et, à cet égard, des modalités pratiques devraient être élaborées entre la banque de gènes et les receveurs/utilisateurs du matériel. Ces informations pourraient traiter de la résistance aux stress biotiques et abiotiques, des caractères de croissance et de développement de l'accession, des caractéristiques de qualité du rendement, etc. Ce type d'informations supplémentaires permet une identification plus ciblée du matériel génétique en vue de satisfaire les besoins potentiels des clients. Ces données devraient ensuite être incluses dans le système de documentation de la banque de gènes.

C. Aspects techniques

86. Une large gamme de plantes cultivées a été développée par exemple par le Conseil international des ressources phylogénétiques (IBPGR) (à présent Bioversity International) et l'Union internationale pour la protection des obtentions végétales (UPOV). De plus, des listes de descripteurs d'évaluation ont été développées par des organisations régionales et nationales telles que les descripteurs du Système national de gestion du matériel génétique végétal relevant du Département de l'Agriculture des États-Unis d'Amérique.

87. La collecte des données devrait être conduite par un personnel formé qui utilise autant que possible des formats de mesure standardisés et calibrés avec suffisamment d'accessions de contrôle standard identifiées et des listes de descripteurs de plantes cultivées publiées. Les

résultats des évaluations réalisées en laboratoire, en serre et/ou sur le terrain conformément aux protocoles standardisés et aux procédures expérimentales sont généralement présentés comme valeurs uniques (par exemple les scores de gravité des symptômes de la maladie ; décompte) ou valeurs continues (fondées sur la mesure). Les données doivent être validées par les conservateurs et les documentalistes avant qu'elles ne soient téléchargées dans la base de données de la banque de gènes et mises à la disposition du public.

88. De nombreux traits agronomiques nécessaires aux sélectionneurs sont génétiquement trop complexes pour être testés lors de l'évaluation préliminaire des accessions de matériel génétique. Les données sur les traits agronomiques sont généralement obtenues au cours de l'évaluation du matériel génétique dans le cadre d'un programme de sélection, et de nombreux traits résultent des fortes interactions génotype x environnement (G x E) et donc sont propres au site. L'utilisation des réplifications est fondamentale pour l'évaluation des traits désirés dans différents environnements ainsi que définir et identifier clairement les accessions de contrôle qui doivent être utilisées au cours des années. Ceci facilite les comparaisons des données collectées sur plusieurs années.

89. L'utilisation des marqueurs moléculaires en association avec les observations phénotypiques facilite l'estimation du caractère unique d'une source de variation/d'accession. Les données génotypiques obtenues à partir de la caractérisation du matériel génétique en utilisant les techniques moléculaires sont avantageuses par rapport aux données phénotypiques en ce que les variations détectées dans les données génotypiques sont largement affranchies des influences environnementales (Bretting et Widrlechner 1995). Cependant, les évaluations moléculaires exigent des installations de laboratoire de pointe ainsi que des capacités techniques, et peuvent être relativement coûteuses, particulièrement si l'on considère le nombre élevé d'entrées à évaluer (Karp et al., 1997).

90. Actuellement plusieurs types de marqueurs moléculaires sont disponibles: Polymorphismes de la longueur des fragments de restriction (RFLPs), Polymorphismes de longueur de fragments amplifiés (AFLPs), ADNs polymorphes aléatoirement amplifiés (RAPDs), Répétitions de séquences simples (SSRs), et Polymorphismes mononucléotidiques (SNP). Ces marqueurs diffèrent dans leur façon de détecter les différences génétiques, dans le type de données qu'ils génèrent, dans les niveaux taxonomiques auxquels ils peuvent être appliqués de la manière la plus appropriée, et dans leurs exigences techniques et financières (Ayad et al., 1997). Avec l'utilisation croissante des techniques de sélection assistée par marqueurs, la détermination des traits au niveau moléculaire tels que la résistance aux maladies ou aux insectes ravageurs et les caractères de qualité et environnementaux, est devenue moins onéreuse, plus précise que les évaluations sur le terrain et peut être facilement produite. Il est nécessaire de garantir que les données moléculaires soient téléchargées dans les systèmes de documentation de manière appropriée. Un élément important lié à l'utilisation des données moléculaires est la nécessité de faire correspondre les données sur les séquences d'ADN avec les traits phénotypiques et leur enregistrement approprié dans les systèmes d'informations.

D. Circonstances particulières

91. La fiabilité des données peut varier d'un collecteur de données à l'autre si ces-derniers ne sont pas suffisamment formés et expérimentés et quand les procédures de collecte de données ne sont pas harmonisées. Par conséquent, il est nécessaire que des techniciens qualifiés dans le domaine des ressources phytogénétiques soient disponibles pour collecter et documenter les données d'évaluation. Il est souhaitable que des équipes multidisciplinaires avec une expertise en biologie des semences et pathologie végétale, résistance aux maladies, tolérances environnementales, qu'elle soit trouvée en interne qu'apportée par des instituts collaborateurs, participent au processus d'évaluation.

92. L'évaluation du matériel phytogénétique est très laborieuse et exige des niveaux adéquats de financement durable pour permettre la collecte de données fiables de haute qualité. Dans les

cas où la conduite d'une évaluation complète de toutes les accessions, bien que désirable, ne soit pas économiquement réalisable, il est recommandé, comme point de départ, de sélectionner les accessions génétiquement diversifiées fondées, par exemple, sur des sous-ensembles préalablement délimités des collections de matériel génétique. Les variations de l'incidence des ravageurs et des maladies, la sévérité des stress abiotiques et les fluctuations des facteurs environnementaux et climatiques sur le terrain ont un impact sur l'exactitude des données et devraient être atténuées au moyen d'évaluations raisonnablement répliquées en des endroits multiples, sur plusieurs saisons et plusieurs années. En outre, les essais en laboratoire pour la mesure de traits tels que la teneur en huile et en protéines, la qualité de l'amidon, les facteurs nutritionnels, etc. exigent des équipements spécialisés qui ne sont pas toujours disponibles ou qui peuvent être coûteux, soulignant de nouveau le besoin d'assurer la participation d'équipes multidisciplinaires de plusieurs unités organisationnelles ou institutions, selon le cas.

93. L'utilisation des données d'évaluation générées par d'autres peut poser des problèmes d'ordre pratique importants. Par exemple, les données peuvent être sous différents formats et, si elles sont publiées, peuvent soulever des questions de droit d'auteur et de propriété intellectuelle. Afin de faciliter l'utilisation de données d'origine extérieure, il est donc important de standardiser les formats de collecte, d'analyse, de rapport et de saisie des données.

E. Bibliographie sélective

Ayad W.G., Hodgkin T., Jaradat A., and Rao V.R. 1997. Molecular genetic techniques for plant genetic resources. Report on an IPGRI workshop, 9-11 October 1995. Rome, Italy. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 137pp.

Bioversity Crop Descriptor Lists available online at:
http://www.bioversityinternational.org/research/conservation/sharing_information/descriptor_lists.html and from the SGRP Crop Genebank Knowledge Base Bioversity

Bioversity International. 2007. Developing crop descriptor lists, Guidelines for developers. Bioversity Technical Bulletin No. 13. Bioversity International, Rome, Italy. 71p. Available online at:
[http://www.bioversityinternational.org/index.php?id=19&user_bioversitypublications_pi1\[showU id\]=3070](http://www.bioversityinternational.org/index.php?id=19&user_bioversitypublications_pi1[showU id]=3070)

Bretting P.K. and Widrechner M.P. 1995. Genetic markers and plant genetic resource management. Plant Breeding Reviews 13:11-86.

de Vicente, M.C., Metz, T. & Alercia, A. 2004. Descriptors for Genetic Marker Technologies. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 30p. Available online at:
[http://www.bioversityinternational.org/index.php?id=19&user_bioversitypublications_pi1\[showU id\]=2789](http://www.bioversityinternational.org/index.php?id=19&user_bioversitypublications_pi1[showU id]=2789)

FAO/IPGRI. 2001. Multi-Crop Passport Descriptors. FAO, Rome, 4 pp. Available online from:
[http://www.bioversityinternational.org/index.php?id=19&user_bioversitypublications_pi1\[showU id\]=2192](http://www.bioversityinternational.org/index.php?id=19&user_bioversitypublications_pi1[showU id]=2192)

Karp A., Kresovich S., Bhat K.V., Ayad W.G. and Hodgkin T. 1997. Molecular tools in plant genetic resources conservation: a guide to the technologies. IPGRI Technical Bulletin No. 2. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 47pp.

Lehmann C.O. & Mansfeld R. 1957. Zur Technik der Sortimentserhaltung. Kulturpflanze 5: 108-138. NPGS : <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/croplist.pl>

NPGS: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/croplist.pl>

Rao N.K., Hanson J., Dulloo M.E., Ghosh K., Nowell D. and Larinde M. 2006. Manual of seed handling in genebanks. Handbooks for Genebanks No. 8. Bioversity International, Rome, Italy.

UPOV: http://www.upov.int/en/publications/tg_rom/tg_index.html

3.7. NORMES RELATIVES À LA DOCUMENTATION

A. Normes

3.7.1. Les données d'identification de 100 pour cent des accessions sont recueillies au moyen des descripteurs de passeport multi-cultures FAO/IPGRI.

3.7.2. Toutes les données et informations collectées au sein de la banque de gènes qui concernent chacun des aspects de la conservation et de l'utilisation du matériel sont enregistrées dans une base de données conçue à cet effet.

B. Informations générales

78. Les informations relatives aux accessions sont essentielles aux banques de gènes pour gérer et préserver leurs collections. Il est également important de partager ces informations et de les mettre à la disposition des utilisateurs potentiels du matériel génétique. Ces éléments doivent accompagner tout matériel distribué. Les données d'identification sont les informations minimales dont on doit disposer pour chaque accession afin d'en garantir la bonne gestion. Leur enregistrement doit respecter les normes internationales, comme les descripteurs de passeport multi-cultures (FAO/IPGRI, 2001). L'application de normes convenues au niveau international facilitera grandement l'échange de données.

79. Au cours de la dernière décennie environ, des avancées significatives ont eu lieu dans le domaine des technologies de l'information et de la bioinformatique. La plupart sont accessibles en ligne. En outre, la majorité des banques de gènes disposent d'ordinateurs et d'une connexion à Internet. Cette nouvelle technologie permet d'enregistrer et d'échanger efficacement des données et des informations. En dernier lieu, la conservation et la facilité d'utilisation du matériel génétique conservé sont renforcées par une bonne gestion des données et des informations. Toutes les données et informations générées pendant l'ensemble du processus d'acquisition, d'enregistrement, d'entreposage, de suivi, de régénération, de caractérisation, d'évaluation et de distribution doivent être inscrites dans une base de données conçue à cet effet et servir à améliorer la conservation et l'utilisation du matériel génétique. Elles vont des détails concernant les caractéristiques génétiques de chaque accession et population aux réseaux de distribution et aux receveurs. Il est important de mettre en place un système hors site de secours de la base de données.

80. Il est particulièrement important d'étayer les données de caractérisation et d'évaluation pour améliorer l'utilisation de la collection concernée et contribuer à l'identification des différentes accessions.

81. Compte tenu des avancées des biotechnologies, il est nécessaire de compléter les données liées aux traits phénotypiques par des données moléculaires. Il faut s'efforcer d'enregistrer les données moléculaires recueillies grâce à la génomique, à la protéomique et à la bioinformatique.

C. Aspects techniques

82. Les systèmes informatisés de stockage des données et des informations permettent un archivage plus exhaustif des éléments associés à la gestion des banques de gènes. L'adoption de normes relatives aux données, qui existent aujourd'hui pour la plupart des aspects intéressant la gestion des données des banques de gènes, contribue à faciliter la gestion des informations et à améliorer l'utilisation et l'échange de données. Par exemple, la liste des descripteurs de passeport multi-cultures FAO/IPGRI doit être utilisée pour étayer les données d'identification car elle contribue à l'échange de données entre différentes banques de gènes et différents pays.

83. Il existe des systèmes de gestion des informations relatives au matériel génétique, comme GRIN-Global. Ils ont été conçus spécialement pour les banques de gènes, afin de répondre à leurs

besoins en matière de documentation et de gestion des informations. La plateforme de l'International Crop Information System (ICIS) est un autre système de gestion des informations relatives au matériel génétique, dans lequel il est possible de stocker les données provenant d'une ou plusieurs banques de gènes et de les publier sur Internet. Une fonction de recherche permet aux utilisateurs de fixer des critères de sélection uniques ou multiples, ou encore de choisir des coordonnées GPS correspondant à une région et de superposer des cartes climatiques et édaphiques, en vue d'une sélection ciblée du matériel génétique.

100. Les données d'évaluation sont souvent produites par les utilisateurs auxquels les semences ont été distribuées. La banque de gènes doit leur demander de partager ces données et les inclure ensuite dans son système de documentation. Ces informations peuvent traiter de la résistance aux stress biotiques et abiotiques, des caractères de croissance et de développement de l'accession, des caractéristiques de qualité du rendement, etc. Elles permettent une identification plus ciblée du matériel génétique en vue de satisfaire les besoins potentiels des clients.

101. Cependant, il est reconnu que l'utilisation des informations générées par les utilisateurs n'est pas toujours aussi simple et que des questions de propriété intellectuelle ou des problèmes institutionnels peuvent se poser.

D. Circonstances particulières

84. L'absence ou la perte de documentation compromet l'utilisation optimale des semences et peut même conduire à leur perte, si elle empêche de planifier correctement la régénération.

E. Bibliographie sélective

ICIS International Crop Information System. <http://irri.org/knowledge/tools/international-crop-information-system>.

FAO/IPGRI. 2001. *Descripteurs de passeport multi-cultures*. FAO, Rome 4 pp. Disponibles en ligne à l'adresse:
[http://www.bioversityinternational.org/index.php?id=19&user_bioversitypublications_pi1\[showU id\]=2192](http://www.bioversityinternational.org/index.php?id=19&user_bioversitypublications_pi1[showU id]=2192).

Vicente, C. (de), Alercia, A. et Metz, T. 2004. *Descriptors for Genetic Marker Technologies*. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italie. 30 p. Disponibles en ligne à l'adresse:
[http://www.bioversityinternational.org/index.php?id=19&user_bioversitypublications_pi1\[showU id\]=2789](http://www.bioversityinternational.org/index.php?id=19&user_bioversitypublications_pi1[showU id]=2789).

3.8. NORMES RELATIVES A LA DISTRIBUTION

A. Normes

3.8.1. Les semences sont distribuées conformément aux lois nationales et aux conventions et traités internationaux pertinents.

3.8.2. Les échantillons de semences sont accompagnés de tous les documents demandés par le pays receveur.

3.8.3. Le délai qui sépare la réception d'une demande de semences de leur expédition est réduit autant que possible.

3.8.4. Pour la plupart des espèces, un échantillon d'au moins 30 à 50 semences viables est fourni pour les accessions qui en comportent suffisamment en stock. Si une accession contient trop peu de semences au moment de la demande et qu'aucune autre ne peut s'y substituer, les échantillons sont fournis après régénération ou multiplication, sur la base d'une nouvelle demande. Concernant certaines espèces et utilisations liées à la recherche, des quantités de semences moins importantes suffisent à obtenir un échantillon d'une taille acceptable pour la distribution.

B. Informations générales

85. La conservation doit être liée à l'utilisation. La distribution de matériel génétique est la fourniture d'un échantillon représentatif des accessions de semences d'une banque de gènes en réponse à des demandes émanant d'utilisateurs du matériel phytogénétique. La CDB et le Traité international soulignent ce continuum entre la conservation et l'utilisation durable, ainsi que l'accès facilité et le partage équitable des avantages découlant de l'utilisation des ressources.

86. La demande de ressources génétiques est en augmentation permanente car il faut relever les défis liés au changement climatique, à l'évolution des spectres de virulence des principaux organismes nuisibles et maladies, et aux espèces exotiques envahissantes. Elle a conduit à une reconnaissance plus large de l'importance d'utiliser le matériel génétique conservé dans les banques de gènes, qui détermine en fin de compte la distribution du matériel génétique. Le délai qui sépare la réception d'une demande formulée par un utilisateur de l'expédition des semences (accompagnées des informations pertinentes) doit être réduit autant que possible.

87. La diversité des systèmes juridiques pour ce qui est des règles de procédure régissant l'accès aux tribunaux et aux instances d'arbitrage, ainsi que des obligations découlant des conventions internationales et régionales applicables à ces règles de procédure, est reconnue.

88. Dans le cadre de son Système multilatéral visant à faciliter l'accès aux ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture tout en partageant, de manière équitable, les avantages découlant de leur utilisation et selon un principe de complémentarité et de renforcement mutuel, le Traité international a élaboré le SMTA pour les cultures de l'Appendice 1. Bien qu'il existe d'autres modèles de distribution, le SMTA peut aussi être utilisé pour les cultures ne figurant pas à l'Appendice 1, auxquelles on pourrait appliquer d'autres normes de distribution ou d'échange et d'autres modèles de clauses.

89. Les banques de gènes doivent s'efforcer de mettre à la disposition des utilisateurs autant d'accessions que possible, accompagnées des données associées. Lorsque le stock est épuisé, les accessions peuvent être multipliées afin de satisfaire les demandes des utilisateurs en priorité. Les banques de gènes doivent promouvoir la disponibilité des ressources génétiques aux fins de la recherche, de la sélection, de l'éducation, de l'agriculture et du rapatriement. À l'échelle mondiale, les banques de gènes peuvent fournir du matériel génétique issu de variétés locales à des pays qui établissent leur propre banque de gènes ou qui sont victimes d'une catastrophe comme un incendie, une inondation ou une guerre civile.

108. Précisons que le nombre minimal de semences à distribuer dépend de l'espèce et de l'utilisation qui doit en être faite. Les accessions des banques de gènes sont utilisées non seulement pour la présélection et la sélection végétale appliquée, mais aussi pour des activités de recherche. Dans ce dernier cas, les quantités de semences nécessaires sont généralement très faibles.

109. Lorsqu'un utilisateur demande une accession à une banque de gènes, il est tenu d'en préciser les conditions d'importation dans son pays, en particulier les réglementations phytosanitaires, afin d'éviter la propagation d'organismes de quarantaine, d'organismes nuisibles réglementés ou d'espèces envahissantes qui pourraient avoir de graves répercussions sur la production nationale.

C. Aspects techniques

110. Le matériel génétique doit être distribué de manière à garantir qu'il atteigne sa destination en bon état. Les conditions environnementales peuvent nuire à la qualité des semences au cours du transport. Il faut donc emballer soigneusement les semences dans des enveloppes hermétiques afin de les protéger durant cette étape.

90. Les échantillons à distribuer doivent être conformes aux exigences des normes de qualité définies dans le présent document et à celles du pays receveur en matière de contrôle sanitaire des semences. La distribution doit également respecter les réglementations nationales. Les éléments relatifs aux réglementations nationales, en particulier les exigences liées au contrôle sanitaire des semences, doivent être communiqués par l'utilisateur ou les autorités phytosanitaires nationales.

91. La plupart du temps, les documents réclamés par le pays receveur et le demandeur seront nécessaires pour obtenir simplement et rapidement le dédouanement des colis et l'autorisation des départements de protection des végétaux.

92. Le certificat phytosanitaire, les déclarations complémentaires, le certificat de don, le certificat attestant l'absence de valeur commerciale et l'autorisation d'importation, entre autres, sont quelques-uns des documents réclamés par les pays receveurs. Il est donc important de publier et d'actualiser la liste des documents demandés par les différents pays. Si la distribution ou l'échange de semences engendre des coûts supplémentaires (certificats phytosanitaires, bulletin ISTA, enveloppes spéciales, etc.), ceux-ci doivent être supportés par l'utilisateur, à moins que les deux parties n'en décident autrement. L'un des principaux problèmes que pose la distribution internationale est que les banques de gènes sont tenues de déclarer qu'une maladie particulière n'a pas été repérée dans le champ de production des semences. Or, elles ne peuvent pas satisfaire les exigences de déclaration supplémentaire pour les semences produites il y a 20 ou 30 ans. Les pays qui reçoivent des semences doivent donc se charger des procédures de quarantaine s'agissant des semences pour lesquelles la déclaration supplémentaire ne peut être effectuée.

93. La liste du matériel et des informations associées (données d'identification, au minimum) doit être fournie au receveur, accompagnée de tout accord juridique intéressant l'accès et l'utilisation des ressources génétiques fournies.

94. Il est fortement recommandé de réduire autant que possible le délai qui sépare l'expédition de la livraison du colis. Lorsque les semences ne sont pas disponibles, on peut en détailler les raisons, communiquer une date estimative de disponibilité, et proposer d'autres accessions susceptibles de correspondre aux besoins du demandeur.

95. Les receveurs des accessions des banques de gènes sont encouragés à constituer leur propre stock de semences aux fins de leurs essais et expériences éventuels. Cela est particulièrement pertinent pour les espèces sauvages dont les stocks de semences sont souvent limités et pour les essais de terrain avec répétition quand il n'est pas envisageable de fournir la

quantité de semences souhaitée.

96. Pour le matériel distribué en-dehors du Système multilatéral du Traité international, la banque de gènes distributrice doit encourager le receveur à transmettre des informations sur l'utilité du matériel génétique au fournisseur, selon les termes du MTA.

D. Circonstances particulières

97. Les décisions politiques, les situations de crises ou les retards bureaucratiques peuvent allonger le délai qui sépare la réception de la demande de semences de la distribution du matériel. Les contraintes liées à la régénération et/ou à la multiplication des accessions peuvent également avoir une incidence sur le processus de distribution, notamment le retarder.

E. Bibliographie sélective

Accord type relatif au transfert de matériel (SMTA): <http://www.itpgrfa.net/International/>.

Convention sur la diversité biologique (CDB). 1992.
<http://www.cbd.int/convention/convention.shtml>

Engels, J.M.M. et Visser, L. 2003. *A guide to effective management of germplasm collections.* IPGRI Handbooks for Genebanks No. 6. IPGRI, Rome, Italie.

FAO/IPGRI. 1994. *Normes applicables aux banques de gènes.* Traité international sur les ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture:
<http://www.itpgrfa.net/International/>.

Programme sur les ressources génétiques à l'échelle du Système du GCRAI. Crop Genebank Knowledge Base: <http://croptgenebank.sgrp.cgiar.org>.

Rao, N.K., Hanson, J., Dulloo, M.E., Ghosh, K., Nowell, D. et Larinde, M. 2006. *Manual of seed handling in genebanks.* Handbooks for Genebanks No. 8. Bioersivity International, Rome, Italie.

3.9. NORMES RELATIVES À LA DUPLICATION DE SÉCURITÉ

A. Normes

3.9.1. Un doublon de sécurité correspondant à chaque accession originale de la banque de gènes est entreposé sur un site éloigné géographiquement, dans des conditions au moins identiques.

3.9.2. Chaque doublon est accompagné des informations pertinentes qui s'y rapportent.

B. Informations générales

98. La duplication de sécurité consiste à produire un sous-échantillon semblable à l'accension sur le plan génétique en vue d'atténuer les risques de disparition partielle ou totale imputables aux catastrophes naturelles ou d'origine humaine. Les doublons de sécurité sont génétiquement identiques à la collection entreposée à long terme et sont appelés « échantillons dérivés les plus originaux » (Engels et Visser, 2003). La duplication de sécurité porte à la fois sur le matériel en lui-même et sur les informations correspondantes (elle inclut notamment une copie de sauvegarde de la base de données). Les doublons de sécurité sont entreposés à long terme sur un autre site, souvent à l'extérieur du pays. Le lieu est choisi de façon à limiter autant que possible les risques potentiels et à fournir les meilleures installations d'entreposage qui soient. Pour réduire au maximum les risques qui peuvent survenir dans un pays, la duplication de sécurité sera idéalement réalisée dans un autre.

99. La duplication de sécurité est généralement effectuée selon le principe de la « boîte noire ». Ainsi, la banque de gènes dépositaire n'est pas habilitée à utiliser ni à distribuer le matériel génétique. Il incombe au déposant de veiller à ce que celui-ci soit de bonne qualité, de contrôler la viabilité des semences au fil du temps et d'utiliser sa propre collection de base pour régénérer les collections lorsqu'elles commencent à perdre en viabilité. On ne peut toucher sans l'autorisation du déposant au matériel génétique, qui ne lui est restitué à sa demande que lorsque la collection originale est perdue ou détruite. Le dépôt peut également être réclamé lorsqu'il est remplacé par du matériel nouvellement régénéré. Cependant, il est reconnu que la boîte noire n'est pas l'unique approche. Dans certains cas, il arrive que la banque de gènes receveuse s'occupe également de la collection de sécurité.

100. Il convient de procéder à une duplication de sécurité pour toutes les semences originales collectées par la banque de gènes ou seulement abritées par elle. Celle-ci doit malgré tout conserver les échantillons originaux afin d'en faciliter l'accès en cas de régénération ou si d'autres décisions de gestion sont prises. Les semences dupliquées à partir d'autres collections peuvent généralement être retrouvées par ce biais et ne nécessitent pas de doublons de sécurité, à moins qu'il existe un doute quant à leur sécurité dans la collection d'origine.

101. Toute disposition relative à une duplication de sécurité nécessite un accord juridique signé en bonne et due forme entre le déposant et le receveur des doublons, qui établit les responsabilités des parties et les conditions générales de conservation du matériel.

102. La duplication de sécurité est désormais possible à la Chambre forte semencière mondiale de Svalbard, sur l'île du Spitsberg (Norvège). Les institutions déposant des semences en conservent la propriété et elles seules sont autorisées à accéder aux échantillons entreposés à Svalbard.

C. Aspects techniques

103. Pour choisir l'endroit où seront conservés les doublons de sécurité, il faut avant tout prendre en considération la localisation géographique et les conditions environnementales. Les installations doivent se situer dans un lieu soumis à de faibles radiations (radioactivité) et stable (faible probabilité de séismes). Elles doivent se trouver à une altitude qui garantit un drainage

convenable en saison des pluies et élimine le risque d'inondation que peut générer l'élévation du niveau de la mer due au changement climatique. La stabilité économique et sociopolitique est tout aussi importante. Koo *et al.* (2004) suggèrent de conserver les doublons dans une zone qui ne risque pas d'être soumise à un embargo politique, une opération militaire ou une action terroriste qui pourraient perturber l'accès international.

104. Les échantillons sont préparés de la même manière pour la duplication de sécurité que pour la collection de base. Les conditions doivent être au moins aussi strictes que pour l'entreposage à long terme dans une banque de gènes et la qualité de la préparation des semences (c'est-à-dire le séchage) est importante.

105. Il est parfois utile de trier le matériel en fonction de la longévité des semences (faible, moyenne ou grande) avant de les destiner à une duplication de sécurité.

106. La taille des échantillons ne doit pas être limitée à une valeur minimale. Elle doit être suffisante pour procéder à au moins trois régénérations. Les doublons de sécurité ne sont pas uniquement destinés aux générations futures, ils peuvent aussi fournir un échantillon minimal pour régénérer une accession qui a été perdue. Mieux vaut conserver une certaine quantité, même minimale, de semences sur un deuxième site que de ne pas le faire du tout. Si possible, un doublon de sécurité d'une accession conservée dans une banque de gènes doit comporter au moins 500 graines viables pour les plantes allogames et les accessions hétérogènes présentant une diversité importante, et au moins 300 pour les accessions génétiquement uniformes. Pour les accessions de semences à faible viabilité, davantage de graines sont nécessaires. Les températures d'entreposage doivent être comprises entre -18 °C et -20 °C.

107. L'emballage destiné aux doublons de sécurité doit être trilaminé et la couche métallique située au milieu doit être d'une épaisseur suffisante. Il doit avoir la forme d'une petite poche fermée sur les quatre côtés et sans soufflet. Il protégera les semences de l'eau durant le transport et l'entreposage à -18 °C pendant au moins 30 ans.

108. Une étiquette doit être placée à l'intérieur et à l'extérieur de chaque paquet de semences pour permettre l'identification du matériel génétique.

109. Les conditions d'entreposage des doublons de sécurité devant être au moins identiques à celles de la collection de base, la viabilité des semences peut être contrôlée sur des lots de la même accession conservée à long terme dans la banque de gènes et extrapolée, à condition que les normes fondamentales relatives à l'entreposage soient respectées et que l'on utilise les mêmes récipients. Dans certains cas, les échantillons destinés aux essais de germination peuvent être envoyés dans une boîte distincte en même temps que les doublons de sécurité et faire l'objet de tests dans le cadre d'un accord conclu avec le dépositaire.

110. Les boîtes solides et résistantes à la chaleur (en carton épais ou en polypropylène) sont les mieux indiquées pour le transport et l'entreposage des semences. Elles doivent être correctement fermées. Il convient d'opter pour le moyen de transport le plus rapide (frêt aérien, transporteur ou voie terrestre) afin d'éviter la détérioration de la qualité des semences.

111. Les échantillons doivent être renouvelés par l'expéditeur lorsque leur viabilité dans des conditions d'entreposage identiques à celles de la collection de base commence à décliner. Les doublons de sécurité peuvent alors être détruits ou renvoyés à l'expéditeur et remplacés par un nouveau lot.

D. Circonstances particulières

112. Lorsque l'on estime la viabilité du doublon de sécurité en se fondant sur les résultats de tests qui portent sur l'échantillon de la collection de base, certaines précautions s'imposent. Les semences peuvent vieillir à des vitesses différentes s'il existe une disparité entre l'humidité

relative ambiante des deux sites et/ou que l'ampleur et la fréquence des fluctuations de température ne sont pas équivalentes, même si la température moyenne d'entreposage est identique.

113. Des problèmes de responsabilité peuvent découler de l'envoi d'échantillons dans des boîtes noires scellées. L'un porte sur le contenu de la boîte et sur sa manipulation par les douaniers et d'autres autorités chargées de contrôler l'entrée sur le territoire. Dans certains cas, les boîtes sont ouvertes et des sceaux spéciaux sont appliqués par les autorités pour confirmer qu'il ne s'agit pas de plantes médicinales ni d'autres végétaux interdits. Un autre problème concerne la responsabilité de l'institution receveuse lorsque le matériel est endommagé ou perd sa viabilité plus tôt que prévu à la suite d'un stress pendant le transport, d'une mauvaise fermeture des récipients ou de fluctuations de la température au-delà des normes spécifiées. Dans les conditions décrites ici, le dépositaire des doublons de sécurité ne doit être tenu pour responsable que si la température devient incontrôlable, ce qui doit être immédiatement signalé à l'institution de départ afin qu'elle puisse décider des mesures à prendre. Celle-ci doit porter l'entière responsabilité des avaries de transport et de l'humidité incontrôlée.

114. Les normes et aspects techniques peuvent être difficiles à mettre en œuvre pour certaines espèces, en raison de la biologie intrinsèque des échantillons – c'est notamment le cas des semences à faible longévité ou des espèces à grosse graine, lorsque l'espace et le coût peuvent être des facteurs limitatifs.

E. Bibliographie sélective

Engels, J.M.M. et Visser, L. 2003. *A guide to effective management of germplasm collections*. IPGRI Handbooks for Genebanks No. 6. IPGRI, Rome, Italie. Disponible en anglais (1,4 Mo) et en espagnol (1,5 Mo).

Programme sur les ressources génétiques à l'échelle du Système du GCRAI. Crop Genebank Knowledge Base: la page sur la duplication de sécurité contient des documents d'information détaillés, une liste de références et un modèle standard d'accord pour le dépôt de doublons (http://croptgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=58&Itemid=207&lang=english).

3.10. NORMES RELATIVES À LA SÉCURITÉ ET AU PERSONNEL

A. Normes

3.10.1. Une banque de gènes doit disposer d'une stratégie de gestion des risques qui inclut, entre autres, des mesures permettant de faire face aux coupures d'électricité, aux inondations et aux séismes.

3.10.2. Une banque de gènes doit suivre, le cas échéant, les dispositions et protocoles locaux relatifs à l'hygiène et à la sécurité au travail.

3.10.3. Une banque de gènes emploie le personnel requis pour remplir ses obligations ordinaires afin de pouvoir acquérir, conserver et distribuer du matériel génétique conformément aux normes en vigueur.

B. Informations générales

115. Pour remplir son objectif d'acquisition, de conservation et de distribution de matériel génétique, une banque de gènes doit non seulement disposer de procédures et d'équipement adaptés à la manipulation de semences, mais aussi employer un personnel qualifié pour effectuer le travail nécessaire et assurer la sécurité.

116. La gestion active d'une banque de gènes s'appuie sur du personnel qualifié et il est crucial d'assigner des responsabilités aux employés compétents. Une banque de gènes doit donc disposer d'un plan ou d'une stratégie relatifs au personnel, ainsi que du budget correspondant, afin de garantir qu'un nombre minimum d'employés qualifiés sont disponibles pour lui permettre d'acquérir, de conserver et de distribuer du matériel génétique. L'accès à des spécialistes de domaines divers est souhaitable, selon le mandat et les objectifs de chaque banque de gènes. Cependant, les effectifs et la formation du personnel seront fonction des conditions particulières. La santé et l'utilité des semences entreposées dépendent aussi de questions liées à la sécurité, notamment sanitaire, de la banque de gènes. Des dispositions doivent avoir été prises pour pallier les éventuelles coupures d'électricité, un équipement d'extinction des incendies doit être en place et régulièrement contrôlé, les bâtiments doivent être antisismiques si la banque est située dans une zone sujette aux tremblements de terre, pour ne citer que quelques exemples. Une banque de gènes doit donc mettre en œuvre et promouvoir une gestion systématique des risques physiques et biologiques de l'environnement quotidien auxquels les collections et les informations associées sont exposées.

C. Aspects techniques

117. Le personnel doit avoir acquis les qualifications nécessaires dans le cadre d'une formation certifiée et/ou sur le lieu de travail, et les besoins de formation doivent être analysés.

118. Le personnel doit connaître les procédures de sécurité et y être entraîné afin de limiter autant que possible les risques encourus par le matériel génétique.

119. Les installations doivent être construites de manière à résister aux catastrophes naturelles comme les ouragans, les cyclones, les séismes ou les inondations qui sont susceptibles de se produire dans la région.

120. Les locaux d'entreposage doivent être protégés des cambrioleurs et d'autres intrus par des installations classiques comme des clôtures, des systèmes d'alarme, des portes de sécurité ou tout autre dispositif. La sécurité des collections de semences sera améliorée en limitant strictement l'accès des installations d'entreposage au personnel autorisé.

121. Des vêtements de protection doivent être fournis et portés dans la zone d'entreposage.

Les précautions qui s'imposent doivent être prises et un équipement de sécurité, y compris des alarmes et des dispositifs permettant d'ouvrir de l'intérieur les portes des salles de séchage et de réfrigération, doit être installé.

122. La réfrigération est presque toujours dépendante de l'énergie électrique; il est donc nécessaire que l'approvisionnement soit suffisant et fiable. Une défaillance de l'approvisionnement en électricité peut conduire à la perte totale des accessions de la banque de gènes. Il convient d'envisager l'acquisition d'un générateur de secours qui prendra automatiquement le relai en cas de problème au niveau du système principal. Il faut également stocker suffisamment de combustible pour faire fonctionner le générateur en cas de coupure d'électricité.

123. Des appareils de contrôle de la température doivent être installés dans les chambres de séchage et d'entreposage afin de suivre l'évolution des paramètres réels en fonction du temps.

124. Il convient de réfléchir à l'éventualité d'entreposer les semences sans les réfrigérer si le système est intrinsèquement peu fiable. Si la réfrigération doit servir à conserver le matériel génétique, elle doit respecter les normes en vigueur car une défaillance à ce niveau peut être beaucoup plus nuisible qu'un entreposage sans réfrigération.

125. Si le système de réfrigération et/ou d'approvisionnement en énergie électrique n'est pas fiable, une installation peut être construite à 10-20 mètres de profondeur, où la température moyenne peut être maintenue aux environs de 10 °C. Cette solution est applicable dans plusieurs régions tropicales ne présentant pas de risque d'inondation. Néanmoins, le séchage doit être réalisé comme il convient et les semences doivent être conservées dans des flacons correctement fermés.

126. Des alarmes et autres équipements de lutte contre les incendies doivent être installés dans la banque de gènes. La plupart des incendies sont provoqués par des circuits électriques défectueux. Des contrôles périodiques doivent donc être réalisés au niveau de l'installation électrique afin de veiller au respect des normes de sécurité. L'équipement de lutte contre l'incendie doit comprendre, entre autres, des extincteurs et des couvertures antifeux. Dans les zones sujettes aux orages, un paratonnerre doit être mis en place.

D. Circonstances particulières

127. Lorsqu'une banque de gènes ne dispose pas de personnel qualifié, manque de temps ou est soumise à d'autres contraintes, elle peut externaliser une partie de ses activités ou solliciter l'aide d'autres banques. La communauté internationale des banques de gènes doit être informée si l'une d'elles risque de ne plus être en mesure d'assurer ses fonctions.

128. Les entrées non autorisées dans les locaux des banques de gènes peuvent conduire à la perte pure et simple de matériel mais aussi compromettre les collections par l'introduction involontaire d'organismes nuisibles et de pathologies ou l'interférence avec les systèmes de gestion.

E. Bibliographie sélective

Engels, J.M.M. et Visser, L. 2003. *A guide to effective management of germplasm collections*. IPGRI Handbooks for Genebanks No. 6. IPGRI, Rome, Italie. Disponible en anglais (1,4 Mo) et en espagnol (1,5 Mo).

Programme sur les ressources génétiques à l'échelle du Système du GCRAI. Crop Genebank Knowledge Base, section sur la gestion des risques:
http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=135&Itemid=236&lang=english.

ANNEXE

Liste des sigles et abréviations

ABSA	Accord relatif à l'accès et au partage des avantages
AIES	Association internationale d'essais de semences
CDB	Convention sur la diversité biologique
CIPV	Convention internationale pour la protection des végétaux
CRGAA	Commission des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
GCRAI	Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale
GPS	Système de positionnement mondial
GRIN	Réseau d'information sur les ressources en matériel génétique
HR	humidité relative
ICIS	International Crop Information System
MAA	Accord relatif à l'acquisition de matériel
MTA	Accord relatif au transfert de matériel
RPGAA	ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture
SID	Base de données d'information sur les semences
SMTA	Accord type relatif au transfert de matériel
TIC	technologies de l'information et de la communication
Traité international	Traité international sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture