



UNE PLATE-FORME POUR LES ACTEURS DU SECTEUR FORESTIER EN AFRIQUE

ANALYSE SITUATIONNELLE DE L'AMÉLIORATION DES ARBRES ET DE L'APPROVISIONNEMENT EN GERMOPLASME DES ARBRES EN AFRIQUE : FONDEMENT DE LA GESTION DURABLE DES FORETS



DOCUMENT DE TRAVAIL DU FORUM FORESTIER AFRICAIN

© African Forest Forum 2017. All rights reserved. African Forest Forum. Avenue, Gigiri. P.O. Box 30677-00100, Nairobi, Kenya. Tel : +254 20 722 4203. Fax : +254 20 722 4001. Site web : www.afforum.org

Photo de couverture avant. A gauche : Plantules de *P. oocarpa* de quatre mois d'âge, pépinière de Katuugo, Ouganda. Milieu : Une démonstration de grimpee d'arbre réussie lors de la collecte de semence, TTSA, Morogoro, Tanzanie. A droite: Tests de germination dans une chambre de germination, TTSA, Morogoro, Tanzanie. Permission : Heriel Msanga.

Photo de couverture arrière. A gauche : Plantation d'Eucalyptus au Congo près de Pointe-Noire Diosso, (Permission, Jbdodane). A droite : Plantation de teck, (Permission: Amber Karnes).

Citation : Marunda, C. T., Avana-Tientcheu, M. L. & Msanga, H. P. 2017. Analyse situationnelle de l'amélioration des arbres et de l'approvisionnement en germoplasme des arbres en Afrique: fondement de la gestion durable des forêts. African Forest Forum. Working Paper Series, Vol. 3(1), 68 pp.

Avertissement

Les terminologies utilisées et les données présentées dans cette publication ne sont en aucune manière l'expression d'une opinion quelconque de la part du Forum Forestier Africain sur le statut juridique ou les autorités de quelque pays, territoire ou région que ce soit, ou sur la délimitation de leurs frontières ou les limites de leur système économique ou de leur niveau de développement. Des extraits peuvent être reproduits sans autorisation, à condition que la source soit dûment citée. Les opinions exprimées dans cette publication ne reflètent pas nécessairement celles du Forum Forestier Africain.

Traduit de l'Anglais par : New Alliance Publishers.

Analyse situationnelle de l'amélioration des arbres et de l'approvisionnement en germoplasme des arbres en Afrique : fondement de la gestion durable des forêts

Crispen T. Marunda

Marie Louise Avana-Tientcheu

Heriel Petro Msanga

Table des matières

Liste des figures.....	v
Liste des tableaux.....	vi
Sigles et abréviations.....	vii
Remerciements.....	ix
Résumé.....	x
CHAPITRE 1 Contexte.....	1
Objectifs de l'étude.....	1
Approche de l'étude.....	2
Contextualisation de la gestion durable des forêts en Afrique.....	3
Les forêts en Afrique.....	3
Régression des forêts en Afrique.....	7
Inversion de la tendance- en soulignant le besoin croissant en germoplasme.....	8
Gestion durable des forêts en Afrique.....	9
Arboriculture et production de semences – pierre angulaire de la gestion durable des forêts en Afrique.....	11
CHAPITRE 2 Définir les ressources génétiques forestières en Afrique - espèces candidates à la plantation.....	14
Espèces d' <i>Eucalyptus</i> pour la plantation en Afrique.....	15
Espèces de pins pour la plantation en Afrique.....	20
Plantation de <i>Tectona grandis</i> en Afrique.....	24
Plantations de <i>Gmelina arborea</i> en Afrique.....	26
Espèces d' <i>Acacia</i> pour la plantation en Afrique.....	28
Espèces d' <i>acacia</i> australiens cultivées en Afrique.....	30
Espèces commerciales indigènes.....	30
Agroforesterie, arbres fruitiers indigènes.....	34

Espèces d'agroforesterie et à buts multiples (MPT) plantées en Afrique	37
CHAPITRE 3 Menaces sur le germoplasme des arbres en Afrique – maladies, ravageurs et changement climatique.....	39
CHAPITRE 4 Centres nationaux de semences forestières (NTSC).....	41
Défis des NTSC	41
Modèles de déploiement de germoplasme	43
CHAPITRE 5 Documentation, réglementation et accords sur le germoplasme	46
CHAPITRE 6 Principales recommandations.....	48
Politiques sur le boisement et le reboisement.....	48
Identification des espèces prioritaires pour l'action	48
Développement des ressources génétiques forestières.....	50
Documentation des ressources génétiques forestières.....	51
Déploiement des ressources génétiques forestières	51
Enrichissement des ressources génétiques forestières	52
Comprendre l'écologie et la régénération des espèces commerciales indigènes	52
Mode de floraison et de production de graines	53
Foresterie clonale	53
Développement de nouveaux modèles pour déployer le germoplasme agroforestier.....	54
Accords de transfert de matériel génétique d'arbres.....	54
Documentation de la qualité génétique	55
Approvisionnement en matériel génétique d'arbres dans un climat changeant	55
Réseautage régional et renforcement des institutions	55
CHAPITRE 7 Conclusion	57
Références	59

Liste des figures

Figure 1 : Relations entre les activités de plantation d'arbres, la sélection d'arbres et les systèmes semenciers.	2
Figure 2 : Proportion de zones de plantations forestières en Afrique subsaharienne	7
Figure 3 : Processus des programmes de sélection conventionnelle des arbres	12
Figure 4 : Plantation de <i>E. grandis</i> de 5 ans d'âge à Lichinga, Mozambique	16
Figure 5 : Plantation de <i>Pinus popula</i> de 10 ans d'âge à Stapleford, Zimbabwe.....	21
Figure 6 : Arbres de <i>Tectona grandis</i>	25
Figure 7 : Plantation de <i>G. arborea</i>	27
Figure 8 : Arbres de gomme arabiques au camp de réfugiés Kilo 26, au Soudan.....	29
Figure 9 : Des pieds de baobab plantés dans le champ d'un agriculteur près de Ouagadougou, au Burkina-Faso.....	34

Liste des tableaux

Tableau 1 : Statistiques forestières des pays africains	5
Tableau 2 : Espèces couramment plantées en Afrique selon le pourcentage et la superficie plantée.....	14
Tableau 3 : Liste des espèces d' <i>Eucalyptus</i> communément plantées en Afrique	17
Tableau 4 : Hybrides interspécifiques d' <i>Eucalyptus</i> communément plantés en Afrique.	18
Tableau 5 : Liste des espèces de pin communément plantées en Afrique	22
Tableau 6 : Certains des hybrides plantés ou en cours d'évaluation en Afrique du Sud	23
Tableau 7 : Liste des espèces commerciales indigènes courantes pour la plantation.....	32
Tableau 8 : Arbres fruitiers indigènes prioritaires pour la domestication en Afrique subsaharienne	35
Tableau 9 : Arbres fruitiers indigènes prioritaires pour la domestication en Afrique Sub-Saharienne	49

Sigles et abréviations

AFF	Forum Forestier African
AFORNET	Réseau Africain de Recherche Forestière
AGM	Assemblée Général Annuelle
ATSC	Centre Australien des Semences d'Arbres
BSO	Breeding Seedling Orchard
CA	Afrique Centrale
CAMCORE	Central American Coniferous Resources
CIRAD	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CSIRO	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation
CSO	Clonal Seed Orchard
DANIDA	Danish International Development Agency
EA	Afrique de l'Est
EFC	Eucalyptus Fibre du Congo
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FGR	Ressources Génétiques Forestières
FRA	Evaluation des Ressources Forestières
GCF	Gatsby Charitable Foundation
GDF	Gestion Durable des Forêts
GTZ	Agence Allemande de Coopération Technique
GxC	Hybride Grandis x Camaldulensis
GxT	Hybride Grandis x Tereticornis
GxU	Hybride Grandis x Urophylla

ICFR	Institut de Recherche en Foresterie Commerciale
ICRAF	Centre International pour la Recherche en Agroforesterie
ICS	Espèces Commerciales Indigènes
IFT	Fruitiers Indigènes
ISTA	International Seed Testing Association
KEFRI	Kenya Forestry Research Institute
NORAD	Agence Norvégienne de Coopération pour le Développement
NTSC	Centre National des Semences d'Arbres
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Economiques
ONG	Organisation Non Gouvernementale
PFNL	Produits Forestiers Non Ligneux
PROTA	Plant Resources of Tropical Africa
RDC	République Démocratique du Congo
SA	Afrique Australe
SAIF	Institut de Foresterie d'Afrique Australe
Sida	Agence Suédoise de Coopération au Développement International
SODEFOR	Société de Développement des Forêts
SSO	Seedling Seed Orchard
TPF	Fédération des Producteurs de Bois
WA	Afrique de l'Ouest
ZAR	Rand Sud-Africain

Remerciements

Le présent rapport sur l'analyse de la situation au niveau panafricain de l'amélioration des arbres et de l'approvisionnement en germoplasme a été soutenu par le Forum Forestier Africain (AFF). Nous sommes reconnaissants à l'AFF pour nous avoir donné l'opportunité d'explorer à travers tout le continent africain les initiatives en termes d'amélioration des arbres et de production de germoplasme. Nous aimerions remercier Professeur Godwin Kowero pour son soutien et ses encouragements, Dr Doris Mutta pour son suivi effectif et son soutien ainsi que tout le personnel de l'AFF pour l'assistance administrative et professionnelle dans l'exécution de ce travail.

Ce rapport panafricain est un résumé des rapports régionaux et des informations sur la l'amélioration des arbres, la collecte et le déploiement du germoplasme en Afrique centrale, orientale, australe et occidentale. Dans le cadre de ce travail, nous avons visité de nombreux pays et institutions, interrogé un certain nombre de professionnels travaillant dans des services forestiers, des institutions académiques, des organisations non gouvernementales (ONG) et des organisations internationales. Nous ne saurions les mentionner tous ici, mais tous ont été répertoriés et cités comme «communications personnelles» dans les rapports régionaux.

Nous tenons à remercier :

- ▶ le Forum Forestier Africain (AFF) qui a entièrement soutenu cette analyse situationnelle panafricaine de la sélection des arbres et de l'approvisionnement en germoplasme. Recevez toute notre reconnaissance pour nous avoir donné l'opportunité d'explorer les initiatives en termes de sélection des arbres et de production de germoplasme à travers tout le continent ;
- ▶ le Professeur Godwin Kowero, pour son soutien et ses encouragements ;
- ▶ le Docteur Doris Mutta, pour ses conseils efficaces et son soutien ; et
- ▶ tout le personnel de l'AFF, pour leur aide dans les questions administratives et professionnelles au cours de cet exercice.

Nous voudrions également remercier tous les participants à l'atelier régional sur le partage des connaissances et expériences pour le renforcement de la collaboration entre les acteurs forestiers africains qui s'est tenu à Lomé, Togo du 26 au 30 septembre 2016. Les questions et les discussions ont été instructives et nous ont permis de mieux cerner la situation dans toute l'Afrique.

Tout en remerciant tous ceux qui ont fourni des informations pendant la réalisation de cette étude, nous restons toutefois seuls responsables de toute omission et de toute erreur d'interprétation éventuelle.

Résumé

Les forêts et les plantations fournissent des moyens de subsistance à des millions de personnes en Afrique, en particulier les femmes, les enfants et les groupes vulnérables. Equilibrer l'utilisation des ressources forestières et la croissance des forêts et des arbres constitue la base de la gestion durable des forêts (GDF). En Afrique, les forêts naturelles et les plantations ne fournissent pas durablement du bois et d'autres produits pour répondre aux besoins de la population croissante ainsi qu'à la demande des marchés nationaux, régionaux et internationaux. De graves pénuries de bois sont prédites dans de nombreux pays dans un futur proche avec pour conséquences des implications socio-économiques négatives. Le Forum Forestier Africain (AFF) a reconnu la nécessité d'améliorer la gestion durable des forêts africaines en plantant des arbres et en utilisant des plants génétiquement améliorés pour l'établissement de plantations industrielles, d'îlots boisés communautaires et de périmètres agro-forestiers. Ce rapport s'inspire des analyses situationnelles de la sélection des arbres et de l'approvisionnement en germoplasme menées en Afrique de l'Ouest et du Centre (Avana-Tientcheu, 2016), en Afrique de l'Est (Msanga, 2016) et en Afrique australe (Marunda, 2016).

Pour comprendre les tendances dans le choix des espèces et estimer la demande de semences, les statistiques forestières dans certains pays africains ont été examinées et l'histoire des plantations d'arbres (introduction d'espèces et de provenances) ainsi que les besoins en conservation ont été passés en revue. Le développement des plantations a généralement réussi dans les pays où le secteur privé a été encouragé à investir dans la plantation d'arbres (Afrique du Sud, Tanzanie et Congo), la recherche (Congo, Ghana, Afrique du Sud, Tanzanie et Zimbabwe) et le développement de germoplasme (Burkina Faso). La plantation d'arbres communautaires pour l'agroforesterie, bien qu'elle soit à ses débuts, a été encouragée et soutenue par des donateurs internationaux. La distribution de semences se fait principalement par le biais de réseaux d'agriculteurs informels soutenus par des organisations locales et internationales, des centres nationaux de semences forestières (par exemple au Burkina Faso) et le secteur privé (par exemple en Afrique du Sud). Les utilisateurs du germoplasme dans les pays africains se sont diversifiés –on est passé de grandes corporations, des organisations communautaires et des conseils municipaux aux petits arboriculteurs y compris les groupes d'agriculteurs, les agriculteurs individuels, les femmes passionnées par la plantation d'arbres fruitiers indigènes dans le but d'améliorer leurs moyens de subsistance. Cette diversité engendre avec elle des défis et des opportunités. Les défis comprennent par exemple la fourniture de variété de semences d'arbres de haute qualité à partir d'une gamme d'espèces tandis que comme opportunités, il y a l'implication des communautés rurales dans la chaîne d'approvisionnement en germoplasme.

Les études ont révélé que l'Afrique, comme la plupart des régions du monde, a importé, testé, partagé, échangé, vendu et amélioré des ressources génétiques en ce qui concerne les espèces d'arbres. L'utilisation de matériel génétiquement amélioré a été signalée dans tous les pays d'Afrique, bien que les niveaux d'utilisation varient d'un pays à l'autre, avec des pays comme l'Afrique du Sud possédant les systèmes de développement et de déploiement de germoplasme les plus sophistiqués. Certains pays comme l'Afrique du Sud et le Zimbabwe attestent la conduite d'essais sur des espèces et des provenances qui ont révélé les espèces, provenances et sources de semences les plus performantes, et fourni le matériel nécessaire à l'amélioration des arbres et au déploiement ultérieur dans les plantations opérationnelles. D'autres pays, notamment en Afrique de l'Ouest et du Centre (à l'exception du Ghana) ont signalé que la plupart des essais de provenances ont été abandonnés et exploités illégalement et que la plupart des données et informations ont été perdues.

Une nouvelle vague d'établissement de plantations commerciales balaie de nombreuses régions d'Afrique, par exemple le Congo (Eucalyptus Fibres du Congo), le Ghana (Plantations africaines pour le développement durable, Siricec, Miro Forestry), le Mozambique (New Forests Green Resources, Florestas Do Planalto, Chikweti Forests, Florestas de Niassa), le Rwanda (Nouvelles forêts), l'Afrique du Sud (International Finance Corporation, Hans Merensky), le Soudan du Sud (Maris Capita), la Tanzanie (Green Resources, New Forests, Kilombero Valley Teak Company), la Zambie (Green Forest Development) et l'Ouganda (Sawlog Production Grant Scheme). Cette nouvelle vague de développement des plantations a connu une augmentation de la demande en germoplasme et en nouvelles espèces destinées aux plantations dans les zones marginales disponibles pour le reboisement.

En 2016, l'initiative Forêts pour le futur - Nouvelles forêts pour l'Afrique a été lancée au Ghana dans le but de stimuler et d'induire un reboisement à grande échelle en Afrique. L'objectif fixé est de planter 100 millions d'ha de forêts. L'Initiative de «la Grande Muraille Verte» a été lancée en 2011 et implique 12 pays dont 8 de l'Afrique de l'Ouest. L'objectif est de planter des arbres comme moyen d'arrêter, voire d'inverser le processus de désertification, principal problème écologique de nombreux pays africains à climat aride (Niger, Tchad, Mali, Nigéria, Burkina Faso, Mauritanie et Sénégal). Le besoin et l'appel à planter beaucoup d'arbres (par exemple, la campagne 1 milliard d'arbres et le Mouvement de la Ceinture Verte) vont augmenter la demande en semences et de nouvelles espèces puis les centres nationaux de semenciers d'arbres devront être préparés pour répondre et identifier les espèces d'arbres prioritaires.

Les revues sur l'amélioration des arbres et l'offre et la demande en germoplasme d'arbres en Afrique ont montré une tendance à la baisse des investissements dans la recherche et le développement, de même que des écarts croissants dans l'approvisionnement en

germoplasme de bonne qualité. Compte tenu des prévisions en termes d'augmentation des plantations d'arbres et des menaces de ravageurs et de maladies par rapport aux ressources génétiques forestières (Bosu, 2016 ; Gichora, 2016 ; Kojwang, 2016), les programmes de plantation d'arbres en Afrique pourraient ne pas atteindre des niveaux de productivité optimale si les menaces liées à l'approvisionnement, aux ravageurs et aux maladies ne sont pas examinées. Le développement de la foresterie en Afrique devra aborder ces questions comme faisant partie d'un programme plus large afin de pouvoir assurer une Gestion Durable des Forêts (GDF).

Il est clair que la plupart des pays africains reconnaissent que la GDF suppose une combinaison des stratégies qui conservent et encouragent la régénération naturelle (*Ngitili* en Tanzanie, Zai au Burkina Faso, restauration de paysages à Maradi et Zinder au Niger, gestion des taillis dans les forêts de miombo en Afrique australe) puis la promotion de la plantation d'arbres à grande échelle et au niveau paysan. Le choix des espèces pour les plantations commerciales a été opéré sur la base de décennies de recherche sur les essais d'espèces et de recherche collaborative sur les espèces agroforestières. Pour les nouvelles espèces agroforestières, la recherche est encore relativement récente et un certain nombre d'espèces candidates sont en train d'être testées et promues.

Les espèces couramment plantées en Afrique sont les espèces de *Eucalyptus*, *Pinus*, *Acacia*, *Hevea*, *Tectona grandis* et *Gmelina arborea* pour l'approvisionnement primaire en bois industriel, en caoutchouc, en gomme et en bois de feu. Les deux premiers genres constituent l'épine dorsale de la plantation commerciale. Ils ont subi plusieurs cycles de sélection et dans certains cas, de croisement pour engendrer de nouveaux clones ou variétés. Les genres ont des caractères attrayants en raison des rotations économiques et reproductives plus courtes qui sont possibles. Dans un passé récent, des espèces agroforestières pour la culture intercalaire, la culture en couloirs, la fourniture de fourrage et les arbres fruitiers indigènes ont été testées pour la croissance et la productivité dans de nombreux pays africains. Des feuillus tropicaux indigènes tels que *Khaya senegalensis*, *Khaya anthotheca* et *Milicia excelsa* ont été domestiqués comme espèces de plantation dans les pays tropicaux. *Acacia senegal* et *Acacia seyal* ont été plantés dans des plantations pour la production de gomme arabique (hashab et talha des deux espèces respectivement). *Faidherbia albida* est couramment planté sur tout le continent pour l'amélioration des sols, la fourniture de fourrage pour le bétail et le bois de chauffe.

Un certain nombre de feuillus indigènes commerciaux sont récoltés dans les forêts naturelles de toute la région mais plus encore en Afrique de l'Ouest. Les bois feuillus tarifés tels que *Milicia excelsa*, *Entandrophragma* spp., *Triplochiton scleroxylon*, *Terminalia* spp., *Nauclea diderrichii*, *Khaya* spp., *Pericopsis elata* et beaucoup d'autres sont récoltés par des concessionnaires. Bien que la plupart des pays aient élaboré des politiques forestières saines axées sur la gestion durable des forêts, il existe peu de mesures incitatives pour

conserver ou appliquer des pratiques sylvicoles saines afin d'assurer la régénération de la plupart des espèces. Le germoplasme de bons phénotypes est donc perdu pendant la récolte car les graines ne sont pas collectées pour la replantation. Les caractéristiques physiologiques des graines de la plupart des essences feuillues tropicales sont soit récalcitrantes soit inconnues ce qui rend difficile le stockage des semences (à savoir, ne pas stocker pendant de longues périodes dans des conditions de basses température et d'humidité) pour un usage ultérieur.

L'examen de la production de germoplasme d'arbres en Afrique révèle que les secteurs forestiers africains aussi bien commerciaux que communautaires ont besoin de semences de qualité mais que la capacité du continent à fournir de bons arbres varie selon les pays. Les pays manquent souvent de capacité institutionnelle pour soutenir la croissance des marchés de semences d'arbres (un problème qui transcende les frontières), la recherche sur la sélection des arbres, la production de semences, le stockage, les tests de semences et la réglementation. L'expertise dans la sélection des arbres, la gestion du germoplasme et l'investissement pourraient aider à renforcer les capacités de production de semences d'arbres de qualité et améliorer d'autres aspects du secteur semencier, notamment la gestion, la logistique, le déploiement et l'intégration de nouvelles espèces et technologies.

Étant donné que de nombreuses essences utilisées dans les plantations ou l'agroforesterie sont identiques sur tout le continent, indiquant une gamme écologique et économique plus large que les pays individuels, il est prudent d'avoir des programmes régionaux de recherche sur la sélection et l'amélioration des arbres, sur les aspects sylvicoles, les avantages environnementaux, les impacts sur les sols et la biodiversité, la prévention des ravageurs/maladies, l'utilisation du bois et l'économie.

CHAPITRE 1 Contexte

OBJECTIFS DE L'ETUDE

La synthèse à l'échelle africaine fait partie d'un projet que le Forum Forestier Africain (AFF) met en œuvre dans le cadre du projet intitulé «Renforcer la gestion durable des forêts en Afrique» qui vise à générer et partager des connaissances et des informations à travers un partenariat qui contribue aux options de politiques et de renforcement des capacités dans le secteur forestier. L'objectif ultime est de mieux lutter contre la pauvreté et promouvoir la protection de l'environnement en Afrique par l'amélioration de la gestion des forêts (AFF, 2014). Le projet est financé par l'Agence suédoise de développement international (ASDI). Ce rapport de synthèse s'intéresse à la sélection des arbres et le déploiement de germoplasme pour les espèces prioritaires pour les plantations et les projets de plantation d'arbres communautaires, et identifie les défis et les opportunités de stratégies collaboratives dans le but de renforcer le développement et le déploiement de germoplasme de qualité entre les régions et les pays.

Ce rapport de synthèse s'appuie sur les études régionales en Afrique occidentale et centrale, en Afrique orientale et en l'Afrique australe. Il fournit une analyse déductive sur les questions suivantes :

- a) la situation actuelle de l'amélioration, de la production, de l'offre et de la demande de germoplasme d'arbres en Afrique ;
- b) la liste des espèces prioritaires pour les plantations industrielles, les îlots boisés communautaires et l'agroforesterie pour chaque région (Afrique occidentale et centrale, Afrique orientale, Afrique australe) ;
- c) les inventaires des sources de semences et de recherche sur l'amélioration des arbres pour les 10 à 15 espèces de plantation les plus importantes ;
- d) les installations institutionnelles, humaines, techniques, infrastructurelles et autres ;
- e) des recommandations sur les possibilités de développement et de déploiement de la production et la fourniture de germoplasme amélioré ; et
- f) des recommandations sur les stratégies régionales et continentales visant à renforcer l'utilité de la recherche forestière collaborative, des systèmes de production de semences et des échanges d'informations de recherche pour soutenir la gestion durable des forêts en Afrique.

Approche de l'étude

L'étude est basée sur l'hypothèse selon laquelle la transition de la déforestation (gestion forestière non durable) à la reforestation engendrera une forte demande en germoplasme. Les activités de reboisement déterminent la demande en semences et la production de semences de qualité résulterait d'efforts concertés et soutenus en sélection et en amélioration des arbres (Figure 1).

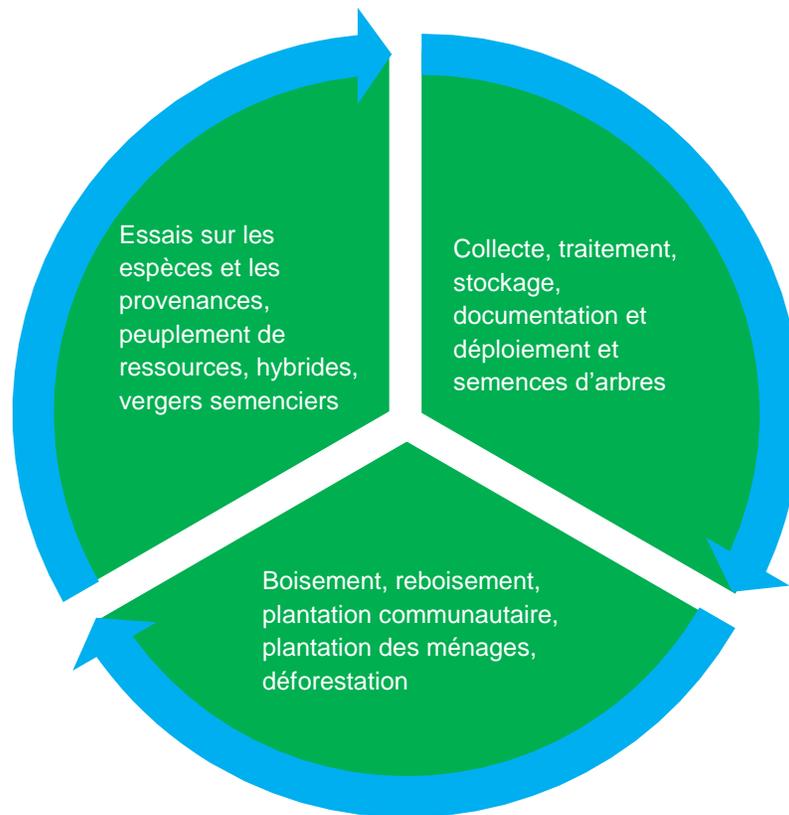


Figure 1 : Relations entre les activités de plantation d'arbres, la sélection d'arbres et les systèmes semenciers.

Le rapport est structuré de manière à donner un bref aperçu de la gestion durable des forêts et de la manière dont les activités de plantation d'arbres (statistiques sur les plantations et activités communautaires de plantation d'arbres) contribuent aux objectifs de Gestion Durable des Forêts. Une discussion sur l'amélioration des espèces d'arbres clés et la situation de l'approvisionnement en semences pour les arbres fruitiers indigènes commerciaux a été également faite. Le rapport fournit une série de recommandations sur les stratégies simples et rentables qui peuvent être développées par les différents pays et les cadres de collaboration régionaux.

CONTEXTUALISATION DE LA GESTION DURABLE DES FORETS EN AFRIQUE

Pour placer la synthèse panafricaine dans son contexte, il est important de comprendre que les ressources forestières en Afrique, tant naturelles que plantées, sont les principales sources de bois, d'énergie et de produits forestiers non ligneux. Les arbres plantés tant au niveau des plantations que des îlots boisés communautaires, constituent une source importante de bois et d'autres produits forestiers. La croissance des arbres dans les plantations et dans les projets communautaires de plantation d'arbres a été considérée comme un moyen de contribuer à la réalisation de la Gestion Durable des Forêts (GDF) et la plupart des pays africains ont reconnu cela comme un objectif à long terme et l'ont intégré dans les plans et stratégies de développement nationaux et régionaux (Kowero, 2009). Les plantations forestières modernes de nombreux pays ont été développées sur la base de la science et de la technologie soutenues par des décennies de recherche scientifique forestière (Nambiar, 2013). Récemment, des efforts similaires ont été déployés sur de nouvelles espèces telles que les arbres fruitiers indigènes et les espèces agroforestières (Akinnifesi et al., 2006). Le développement et le déploiement de germoplasme d'arbres de bonne qualité génétique et physiologique ont contribué à la réussite de la mise en place des plantations. Au fil des années, les investissements dans la recherche et le développement forestier de la plupart des pays africains ont diminué, ce qui résulte en un gap dans l'approvisionnement en germoplasme d'arbres de bonne qualité. Ceci, couplé à un appel à la promotion de la GDF à travers des taux de reboisement croissants et de régénération des forêts naturelles, a incité le continent à reconsidérer le rôle de la sélection des arbres et du déploiement du germoplasme (AFF, 2014).

LES FORETS EN AFRIQUE

La superficie totale des forêts en Afrique est de 624 millions d'hectares (Tableau 1). On y dénombre 125 millions d'hectares de forêts primaires, 165 millions d'hectares de forêts de production, 16 millions d'hectares de forêts plantées, 133 millions d'hectares de forêts polyvalentes et le reste est réservé à la conservation de la biodiversité, à la faune et aux services environnementaux (FAO, 2015). Environ 140 millions d'hectares font l'objet d'un plan de gestion forestière. La valeur intrinsèque des forêts et des formations boisées en Afrique est énorme et peut être utilisée pour promouvoir un large éventail de moyens de subsistance, notamment l'augmentation des revenus et le renforcement des moyens de subsistance (Sebukera et al., 2006). Le tableau 1 montre également des statistiques vitales et des données sur les forêts qui peuvent servir de base de prise de décision en matière d'investissement et d'élaboration de politiques dans le développement forestier durable. Pour ce travail, les données sur le boisement et le reboisement indiquent la portée ou la nécessité de l'intensification de la plantation d'arbres sur le continent.

Forêts naturelles en Afrique

Les forêts et les formations boisées d'Afrique peuvent être classées en neuf catégories générales : forêts denses, forêts humides, forêts sèches, arbustes et forêts montagnardes *tropicales* ; forêts humides, forêts sèches, forêts montagnardes et plantations *subtropicales* (FAO, 2003). Le secteur forestier en Afrique joue un rôle important dans les moyens de subsistance de nombreuses communautés et dans le développement économique de nombreux pays. L'Afrique a un couvert forestier élevé par habitant de 0,8 hectare par personne contre 0,6 hectare à l'échelle mondiale (FAO, 2002, FAO, 2015).

La distribution des forêts et des formations boisées varie d'une sous-région à l'autre, l'Afrique du Nord étant dominée par le désert du Sahara et ayant le moins de couvert forestier tandis que l'Afrique centrale est dominée par l'écosystème forestier du bassin du Congo qui est la deuxième plus grande forêt au monde. Les forêts et les formations boisées de l'Afrique de l'Est sont très répandues et incluent les forêts de haute altitude, forêts sempervirentes humides de moyenne altitude et forêts semi-décidues. L'Afrique australe est dominée par les forêts et les types de forêts qui comprennent de vastes étendues de forêts tropicales humides dans certaines parties de l'Angola et du bassin du Congo, les forêts afro montagnaises ; les forêts de teck du Zambèze, les forêts de Miombo situées au nord de la rivière Limpopo, les forêts de Mopane et les forêts du Centre Floristique du Cap situées le long de la côte sud-ouest de l'Afrique (Sebukera et al., 2006).

Plantations forestières en Afrique

À mesure que les forêts naturelles se réduisent, l'installation des plantations devient nécessaire pour répondre à la demande croissante de produits forestiers (Evans et Turnbull, 2004). Les plantations forestières sont maintenant une composante importante du paysage forestier en Afrique. La réussite de la mise en place de plantations commerciales en Afrique a généralement été stimulée par le secteur privé encouragé et soutenu par les gouvernements et la finance internationale, et a ouvert la voie à leur expansion future (Jacovelli, 2014).

La superficie totale des plantations en Afrique est d'un peu plus de 8 millions d'hectares, ce qui représente 4,3% de la surface totale avec un taux annuel de plantation estimé en 2005 à 194 000 ha soit 4,4% du total mondial. *Eucalyptus* est le genre le plus largement planté sur le continent, couvrant 22,4% de toute la surface plantée, suivi de *Pinus* (20,5%), *Hevea* (7,1%), *Acacia* (4,3%), *Tectona* (2,6%), autres feuillus (11,2%), autres conifères (7,2%) et non spécifié (24,7%) (AFORNET, 2015).

Tableau 1 : Statistiques forestières des pays africains

Pays	Couvert forestier (1000 ha)	Couvert (%)	2010 Déforestation (ha/an)	2010 Boisement (ha/an)	2010 Reboisement (ha/an)	2015 Plantations (1000 ha)	2015 Changement net%
Afrique Centrale							
Centrafrique	22 170	35,6		400		2	-1,0
Cameroun	18 816	39,8				260	-1,0
Congo	22 334	65,4			100	71	-1,0
RDC	152 578	67,3		300		60	-0,2
Guinée Eq.	1 560	55,9				58,5	-0,7
Gabon	23 000	89,3				30	0,2
Tchad	4 875	3,9					
Afrique de l'Ouest							
Bénin	4 311	39,0			14 600	23	-1,2
Burkina-Faso	5 350	19,6		15 000	14 000	239	-1,0
Côte d'Ivoire	1 040	32,7				427	0,1
Gambie	488	78,8				1	0,4
Ghana	9 337	41,0		0	20 000	325	0,3
Guinée	6 364	25,9		2 100	0	104	-0,5
Guinée Bissau	1 972	70,1				1	-0,5
Libéria	4 179	43,4	200	0,0	300	8	-0,7
Mali	4 715	3,9	146 000	0,0	67 000	135	-1,4
Niger	1 143	0,9			214 000	150	-2,1
Nigéria	6 993	7,7			19 000	420	-3,5
Sénégal	8 273	43,0			300	561	-0,5
Sierra Leone	3 044	42,5		700	1 000	16	-0,1
Togo	188	3,5		0,0		46	-5,0
Afrique de l'Est							
Burundi	276	10,7				120	-0,2

Analyse situationnelle de l'amélioration des arbres et de l'approvisionnement en germoplasme des arbres en Afrique:
fondement de la gestion durable des forêts

Pays	Couvert forestier (1000 ha)	Couvert (%)	2010 Déforestation (ha/an)	2010 Boisement (ha/an)	2010 Reboisement (ha/an)	2015 Plantations (1000 ha)	2015 Changement net%
Djibouti	6	0,2				0	0
Erythrée	1 510	15,0				39	-0,3
Ethiopie	12 499	11,4				972	-0,8
Kenya	4 413	7,8				220	-0,3
Somalie	6 363	10,1				0	-1,0
Soudan du Sud	7 157	11,3				188*	
Soudan	10 210	10,3	174 000			6 121	-0,8
Tanzanie	46 060	52,0	372 000	10 000	27 000	290	-0,8
Ouganda	3 077	10,4			10 000	60	-3,3
Rwanda	480	19,5				418	1,7
Afrique australe							
Angola	57 856	46,4		0		125	-0,1
Botswana	10 840	19,1		0			-0,9
Lesotho	49	1,6		200		17 000	0,8
Madagascar	12 473	21,4	57 000	11 400	28 000	312	-0,4
Malawi	3 147	33,4	17 900	18 000	3 000	419	-0,9
Îles Maurices	39	19,2		0	100	18	-0,3
Mozambique	37 940	48,2	219 000	12 000	0	75	-0,5
Namibie	6 919	8,4		0			-0,9
Afrique du Sud	9 241	7,9		2 200	50 600	1 763	0
Swaziland	586	34,1		0		135	0,9
Zambie	48 635	65,4	287 000	0	1 500	87	-0,3
Zimbabwe	14 062	36,4	309 000	0	6 000	6	-1,8

Les espaces vides signifient des nombres infiniment petits et arrondis à zéro.

Source : FAO (2015)

* Données du Sud soudan obtenu de Gafaar (2011)

L'Afrique de l'Est et l'Afrique australe abritent de vastes plantations d'espèces exotiques de conifères, d'eucalyptus et d'acacias qui fournissent un mélange de bois de sciage, de bois à pâte, de perches, de charbon de bois et de bois de chauffage (Msanga, 2016 et Marunda, 2016). En Afrique de l'Ouest et du Centre, des plantations d'*Eucalyptus* spp., de *Tectona grandis*, de *Gmelina arborea*, d'*Hevea brasiliensis* et d'espèces indigènes ont été établies et fournissent une gamme de produits (Avana, 2016). La figure 2 montre la proportion de la surface de plantation dans chacune des quatre régions de l'Afrique subsaharienne.

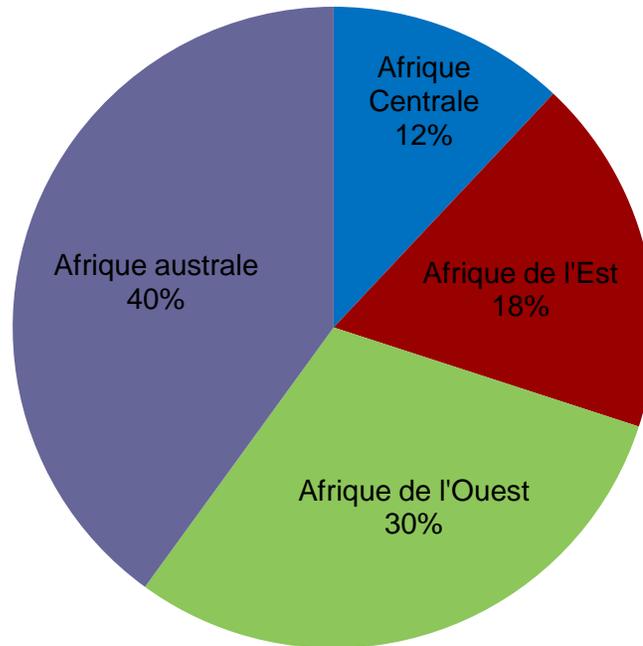


Figure 2 : Proportion de zones de plantations forestières en Afrique subsaharienne
Source : AFORNET (2015)

La culture des arbres exige une connaissance approfondie du choix des espèces, de l'adaptabilité des sites aux espèces, de la mise au point et du déploiement d'un germoplasme de bonne qualité pour les acteurs. Très souvent, de nombreux projets de plantation d'arbres ont utilisé des semences ordinaires, ce qui a entraîné une faible survie et croissance des arbres. A mesure que la culture des arbres s'est étendue des plantations commerciales aux plantations d'arbres communautaires et de petits exploitants, la demande de nouvelles espèces a augmenté et de nouvelles stratégies de déploiement sont nécessaires pour garantir le succès.

REGRESSION DES FORETS EN AFRIQUE

Les ressources forestières sont en déclin, principalement en raison des pratiques de gestion forestière non durables, comme l'augmentation de la collecte de bois de feu, le défrichage des forêts pour l'agriculture, l'extraction illégale et mal réglementée du bois,

les conflits et l'urbanisation croissante. Les faibles niveaux d'investissement dans le boisement et le reboisement par de nombreux pays sont autant de facteurs aggravants.

Le niveau élevé de dépendance d'une grande partie de la population africaine vis-à-vis des forêts a entraîné un changement négatif net dans la superficie forestière. Entre 2010 et 2015, la FAO (2015) a enregistré une variation annuelle nette de -2,8 millions d'hectares. En Afrique de l'Ouest, le Nigéria et le Togo ont affiché les variations en terme de couverture forestière les plus élevées. En Afrique centrale, la Guinée équatoriale a enregistré le plus fort recul de la superficie forestière tandis qu'en Afrique de l'Est, l'Ouganda a battu le record, principalement en raison de la demande croissante de bois pour la construction et la demande de bois pour l'exportation vers les pays voisins (Jacovelli, 2010). Au Rwanda, le changement net positif des forêts a été dû aux efforts de replantation promus par la Politique forestière nationale de 2010. Les principaux objectifs des plantations forestières établies durant cette période étaient la protection des sols vulnérables contre l'érosion, la réduction de la pression sur les forêts naturelles restantes, la protection des zones et l'approvisionnement en bois de feu pour la couverture des besoins d'une population sans cesse croissante. En Afrique australe, le Zimbabwe a enregistré le déclin le plus important de la superficie forestière alimentée par la demande de bois énergie pour brûler le tabac, pour la cuisson et le chauffage et en raison de la fourniture irrégulière en électricité. La Zambie continue de connaître des taux élevés de déforestation en raison de la demande de charbon de bois qui entraîne une déforestation localisée dans les zones productrices de charbon de bois (Gumbo et al., 2013).

Cependant, comme mentionné par FAO (2015), le taux de régression a diminué de 2010 à 2015. Le changement de superficie est un processus de gain (expansion des forêts) et de perte (déforestation). Comprendre ce processus permet de tailler les politiques forestières de façon conséquente, en particulier lors du développement des stratégies de GDF. Le tableau 1 montre les statistiques forestières de la plupart des pays africains. Il ressort de ce tableau que la plupart des pays ont des changements nets négatifs dans les zones forestières, ce qui implique un besoin d'investir dans les pratiques de Gestion Durable des Forêts. Les plantations forestières ont longtemps été considérées comme un moyen de lutter contre de tels impacts en produisant des produits ligneux d'une manière rentable. Le niveau actuel de plantation d'arbres en Afrique est bien inférieur au niveau requis pour répondre aux prévisions de demande des consommateurs et de l'industrie.

INVERSION DE LA TENDANCE- EN SOULIGNANT LE BESOIN CROISSANT EN GERMOPLASME

La régression des zones forestières en Afrique sous-entend que les pays doivent investir dans la Gestion Durable des Forêts. Une stratégie serait d'augmenter le taux de plantation d'arbres. En 2016, l'initiative «Forêts pour le futur - Nouvelles forêts pour l'Afrique» a été lancée dans le but de stimuler et de conduire le reboisement à grande échelle en Afrique

avec pour objectif de planter 100 millions d'hectares de nouvelles forêts. Pour réaliser cela, les dirigeants africains ont vu la nécessité d'initier des projets basés sur une approche à long terme et des avantages multipartites avec une coopération renforcée du secteur privé étant donné que ce dernier dispose de ressources, de l'innovation et de la capacité à fournir les résultats escomptés (<http://newforestsforafrica.org>).

De nombreux pays ont élaboré des stratégies de boisement et fixé des objectifs de plantation d'arbres pour augmenter les superficies boisées. Par exemple, au Congo, la politique d'économie verte a été lancée en 2010 comme programme de reboisement innovant pour planter «un milliard d'arbres dans les savanes et les paysages forestiers dégradés de 2010 à 2020» (Matondo, 2013). Le Ghana a élaboré une stratégie de plantation forestière de 2015 à 2040, qui détaille les plans du gouvernement et du secteur privé pour reboiser les terres forestières dégradées en développant des plantations forestières commerciales d'essences exotiques et indigènes recommandées au rythme annuel de 20 000 hectares (ha) (10 000 ha : partenariats public-privé, 10 000 ha: secteur privé) au cours des 25 prochaines années. Les objectifs stratégiques sont le maintien et la réhabilitation d'environ 235 000 ha de plantations forestières existantes ainsi que la plantation d'enrichissement de 100 000 ha de réserves forestières sous-stockées avec des essences forestières indigènes de grande valeur pendant la même période (FC, 2013). De même, le Mozambique a élaboré une stratégie nationale de reboisement qui a permis de développer près de 7 millions d'ha de plantations et de planter 3 millions d'ha dans les 20 prochaines années en utilisant des essences à croissance rapide et en créant 100 000 emplois (Cotzee et Alves, 2005). Au Zimbabwe, il y a un appel en faveur d'un engagement du secteur privé, du gouvernement et des autres acteurs à arrêter le déclin des zones forestières et à accroître les activités de plantation d'arbres (Katerere, 2016; présentation à l'AGA, 2016). Les programmes nécessiteraient des financements, la disponibilité de terres, l'éducation et des politiques favorables. Une plantation réussie est conditionnée par la croissance du stock génétique amélioré.

GESTION DURABLE DES FORETS EN AFRIQUE

La gestion durable des forêts implique le maintien de leur gamme complète de valeurs environnementales, sociales et économiques. L'histoire de la GDF en Afrique est une histoire longue et évolutive. A mesure que notre connaissance de l'écologie forestière s'est améliorée et que les attitudes des communautés ont changé, les pratiques de gestion ont également évolué pour répondre aux rendements durables en bois, produits forestiers non ligneux, et maintenir et protéger d'autres utilités forestières telles que la conservation de la biodiversité, la protection des systèmes d'eau et l'atténuation du changement climatique. La GDF est avant tout une approche systématique pour soutenir toutes les composantes de l'écosystème forestier et leur interaction. La GDF a été définie par la FAO (2005) comme «la protection et l'utilisation des forêts et des terres forestières d'une manière et à un rythme qui maintient leur biodiversité, productivité, capacité de régénération, vitalité et potentiel à

remplir, maintenant et pour le futur, les fonctions écologiques, économiques et sociales pertinentes, aux niveaux local, national et mondial, et qui ne causent pas de dommages à d'autres écosystèmes ». Les contraintes politiques, juridiques, institutionnelles, techniques et économiques ont miné une adoption plus large de la GDF ainsi que des opportunités limitées de développement (Chamshama et al., 2009).

Dans le contexte africain, la GDF peut être vue à partir de trois plateformes :

- ▶ la gestion des forêts naturelles/à usages multiples par les communautés ;
- ▶ la gestion des forêts de production par les concessionnaires de bois en partenariat avec les agences gouvernementales ; et
- ▶ la plantation des arbres pour l'établissement de plantations, de systèmes agroforestiers et de périmètres forestiers.

Les deux premières ne font pas partie de cette synthèse mais il suffit de mentionner que la gestion des forêts naturelles et des formations boisées (par exemple en encourageant la régénération naturelle) fait partie intégrante de la réalisation de la GDF. Maisharou et al. (2015) ont passé en revue et répertorié des pratiques communes de gestion durable de l'utilisation des terres qui ont été utilisées avec succès et mises à l'échelle pour restaurer les zones dégradées au Sahel. Des exemples de telles approches en Afrique comprennent: *Ngitili* en Tanzanie (Kamwenda, 1999, Ghazi et al., 2005); le système de fosse Zai au Burkina Faso (Sawadogo et al., 2011), la restauration de paysages dans les régions de Maradi et Zinder au Niger en permettant la régénération d'arbres tels que *F. albida* sur les terres agricoles, les systèmes racinaires et les feuilles qui fertilisent les sols environnants (Sendzimir et al., 2011, Gabou et Maisharou, 2014); la régénération naturelle de miombo en Zambie (Luoga et al., 2004; Chidumayo, 1997). La restauration pourrait être réalisée grâce à un certain nombre de pratiques, dont la régénération naturelle communautaire où les communautés permettent aux arbres et arbustes indigènes de repousser sur les terres forestières dégradées à partir des souches vivantes, des racines souterraines et des banques de semences du sol pour gérer les densités et répondre aux besoins locaux en bois de chauffe. Les densités de bétail sont également soigneusement gérées et des parcelles entières de forêt sont épargnées des humains et des animaux pour permettre à la forêt normale de se régénérer. En soutenant la repousse naturelle, les communautés sont non seulement capables de restaurer les arbres dans le paysage, mais aussi de produire et de vendre du bois de chauffe, des baies, des fruits et des noix.

Les plantations utilisant des essences à croissance rapide, avec des produits finaux clairement définis et des technologies éprouvées de culture d'arbres, sont reconnues comme une stratégie pour augmenter les ressources forestières et atteindre la GDF. Cependant, la plantation d'arbres nécessite un niveau élevé d'investissement et de planification. Choisir les bonnes espèces pour le bon site pour obtenir le produit requis est critique, ainsi le développement et le déploiement du germoplasme est un facteur critique

de succès pour toute opération de plantation d'arbres. Un approvisionnement en stock génétiquement amélioré en temps opportun est également essentiel et peut être atteint grâce à une compréhension claire des objectifs de plantation d'arbres, de la demande de semences basée sur les niveaux de boisement et de reboisement ou de plantation d'arbres communautaires (Denning, 2001).

Malheureusement, la plupart des pays d'Afrique ont réduit leurs investissements dans la recherche et le développement sur les forêts, ce qui a entraîné l'utilisation de germoplasme de qualité inférieure dans les opérations de plantation. Les analyses situationnelles en Afrique centrale et occidentale (Avana-Tientcheu, 2016), en Afrique de l'Est (Msanga, 2016) et en Afrique australe (Marunda, 2016) ont toutes montré une réduction de la recherche forestière et du développement. Ce manque d'investissements dans le développement et le déploiement du matériel génétique des arbres pour soutenir la réussite de la plantation d'arbres a été identifié comme l'un des nombreux obstacles à la réalisation de la GDF en Afrique (AFF, 2014).

ARBORICULTURE ET PRODUCTION DE SEMENCES – PIERRE ANGULAIRE DE LA GESTION DURABLE DES FORÊTS EN AFRIQUE

En Afrique, la production d'arbres a été conduite sur des espèces clés telles que les pins et les eucalyptus et certaines améliorations significatives ont été obtenues en termes d'adaptabilité à de vastes environnements et en termes de productivité.

Les examens de l'histoire des espèces exotiques dans quatre régions d'Afrique (Avana-Tientcheu, 2016; Marunda, 2016; Msanga, 2016) ont montré que la plupart des pays suivaient la méthode traditionnelle d'identification des espèces candidates, établissant de petits essais pour identifier les «meilleures options» de provenances suivis par des essais de provenances plus vastes impliquant un grand nombre de sources de semences, établissant des zones de production de semences, des vergers semenciers et une hybridation interspécifique d'espèces apparentées (Harwood, 2011).

La figure 3 ci-dessous montre les différentes étapes de la sélection et de l'amélioration des arbres de la plupart des espèces commerciales. Dans les pays ayant des programmes de sélection sophistiqués, un problème actuel est le développement de stratégies permettant une exploitation rapide de la variabilité génétique existante, tout en fournissant des gains génétiques continus, en conservant la flexibilité pour les futurs changements de site ou de marché et en minimisant les risques de monoculture, uniformité génétique et perte de variabilité.

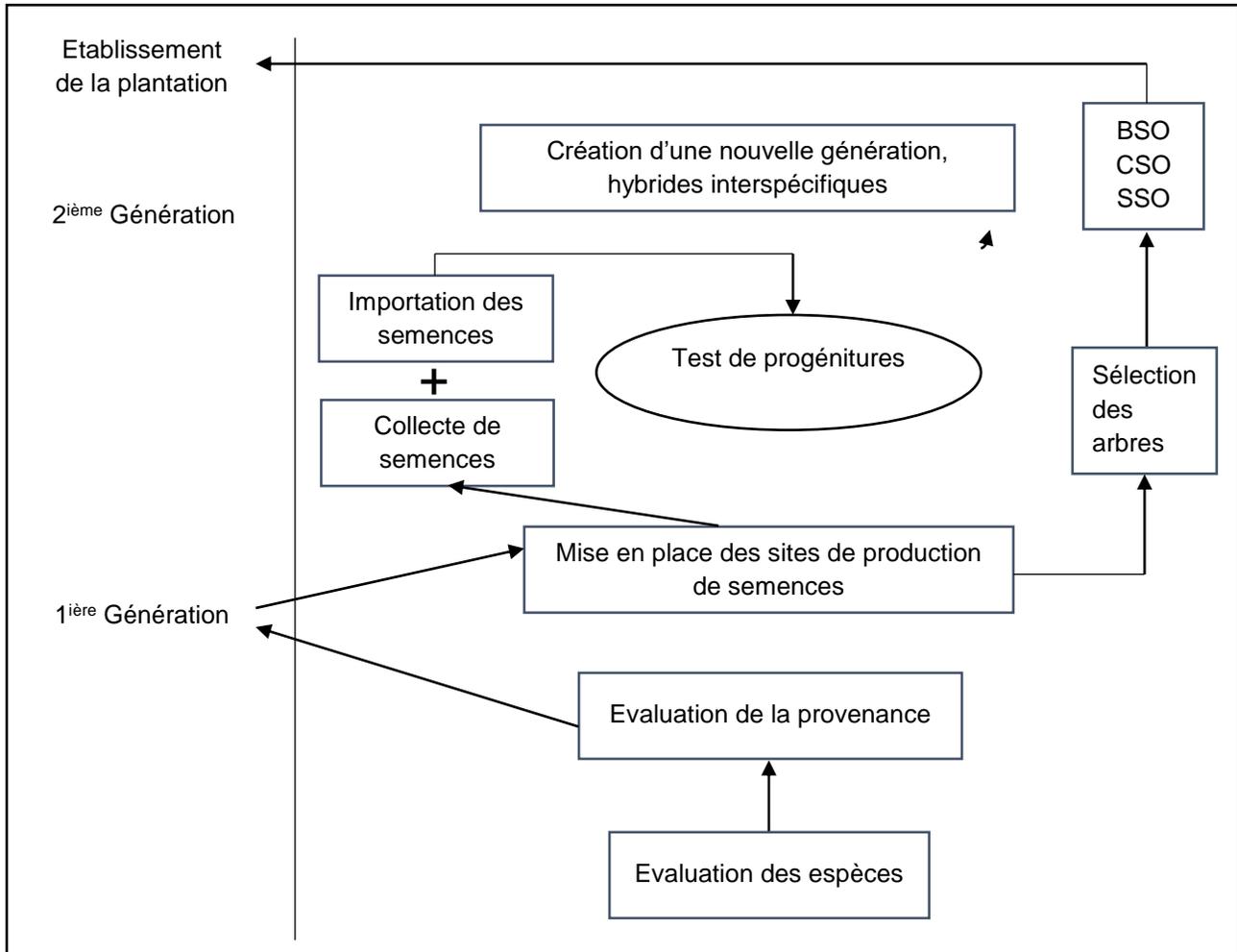


Figure 3 : Processus des programmes de sélection conventionnelle des arbres

Aujourd'hui, la plupart des pays ayant des plantations forestières basées sur des espèces exotiques et des espèces indigènes commercialement importantes ont investi dans des essais de provenances. Cependant, en raison de la nature à long terme des cycles de reproduction et des phases de production de semences, certains pays n'ont pas réussi à achever les phases de sélection et de production de semences. Ainsi, il y a des pays comme la Tanzanie et l'Afrique du Sud qui peuvent fournir des semences, des pays comme le Malawi et le Zimbabwe qui ont perdu la capacité de produire des semences et certains pays dont le Mozambique qui ont recours à l'importation de semences d'autres pays.

Pour les espèces indigènes et les espèces agroforestières, les activités initiales débutées il y a quelques décennies ont été centrées sur l'identification des espèces prioritaires par les communautés locales à travers les approches participatives à tous les stades de leur domestication, développement et commercialisation (Akinnifesi et al. 2006). Cela a été suivi par la domestication et le développement de la multiplication végétative. Plutôt que de se concentrer sur la sélection des provenances, le programme de domestication a également exploré la meilleure façon de déployer le matériel pour l'agriculteur sous forme de

semences, de plantules, de boutures ou de matériel végétal cloné. Par exemple, au Mali, on dispose maintenant de matériel de reproduction génétiquement amélioré de *Z. mauritiana* sous forme de boutures racinées ou de matériel greffé (Kalinganire et Koné, 2010 ; Kalinganire et al., 2012).

L'introduction d'espèces agroforestières et la domestication d'espèces indigènes prometteuses entraînent sur elles des défis et opportunités. Le financement de telles activités a été le domaine d'action de nombreuses ONG locales et internationales, ce qui a conduit les agences nationales à ne pas assumer la responsabilité du financement, et les programmes ne sont pas largement adoptés par les systèmes nationaux (Tempani et al., 2014). En raison de la dépendance des programmes vis-à-vis du financement à court terme des bailleurs de fonds et de la subvention du coût de la plantation par le biais de distributions gratuites de semences, il est difficile de garantir la durabilité des programmes.

Malgré cela, l'agroforesterie et la domestication des espèces indigènes offrent encore un potentiel énorme à plusieurs millions de ruraux à travers la participation aux projets communautaires (donc capital social et connaissances), la collecte de semences et l'accès à plus de produits forestiers.

La nouvelle vague de développement des plantations en Afrique et la participation des communautés rurales à l'agroforesterie et à la domestication des espèces indigènes, ainsi que les activités de restauration des paysages dégradés placent l'Afrique sur le chemin de la GDF. Ce qu'il faut désormais, c'est soutenir cet élan en fournissant un stock de matériel végétal supérieur grâce à des investissements accrus dans la recherche et le déploiement du germoplasme.

CHAPITRE 2 Définir les ressources génétiques forestières en Afrique - espèces candidates à la plantation

La plantation d'arbres a une longue histoire en Afrique. L'établissement à grande échelle de plantations forestières industrielles a commencé à différents moments au début des années 1900. Par exemple, en Afrique de l'Est et du Nord-Est (Chamshama, 2011), en Afrique occidentale et centrale (Harris, 1993) et en Afrique australe, la première plantation commerciale d'Eucalyptus a été établie en 1876 (Nordin, 1984, Zobel et al. Chamshama et Nwonwu, 2004). Les premières plantations extensives de cultures arboricoles industrielles en Afrique ont eu lieu entre 1900 et 1945, principalement dans des pays avec peu de forêts naturelles utilisables et où un afflux précoce de colons européens avait eu lieu (Evans, 1992). En 1938, par exemple, l'Afrique du Sud comptait 520 000 ha de plantations dont 370 000 ha étaient des propriétés privées (SAIF, 2000). Le développement des plantations a été motivé par la prise de conscience que les forêts indigènes avec une croissance très lente et des difficultés de propagation ne répondraient pas aux besoins futurs en bois. La plupart des espèces plantées pour les plantations étaient des espèces exotiques, principalement les eucalyptus (feuillus), les pins (résineux), l'hévéa (caoutchouc), les acacias (gomme arabique et bois de feu), le teck (feuillus) et quelques autres (tableau 2).

Tableau 2 : Espèces couramment plantées en Afrique selon le pourcentage et la superficie plantée

Espèces	Superficie (%) (Chamshama et Nwonwu, 2004)	Superficie (ha) (Pandey 1992)
Eucalyptus	22,4	790 000
Pins	20,5	610 000
Hevea	7,1	-
Acacia	4,3	250 000
Tectona	2,6	140 000
Autres	-	120 000

Le choix des espèces à planter dépendait des produits finaux attendus, de la survie et de la croissance de l'espèce. La croissance et la survie sont fondamentales pour la réussite des plantations, quel que soit l'objectif de production (Teulière et al., 2007). Pour identifier une liste d'espèces, des recherches fondamentales sur l'adaptabilité des espèces et des provenances ont été menées dans de nombreux pays africains. La phase de test d'élimination des espèces a été généralement suivie par les essais de provenance traditionnels plus extensifs d'une ou plusieurs des espèces les plus prometteuses utilisant des parcelles plus grandes et prolongeant la période d'essai à au moins la moitié de la rotation planifiée. Cela a été suivi par l'importation de populations à large base issues de la meilleure provenance des espèces finalement sélectionnées pour la plantation, afin de soutenir un programme de sélection conduisant à la production de matériel de plantation amélioré. Cela a été l'approche dans la plupart des pays africains et la liste des essais de recherche est fournie pour les espèces clés (Avana-Tientcheu, 2016 ; Msanga, 2016 ; Marunda, 2016). Des programmes complexes d'amélioration génétique des arbres ont été mis en place dans le but d'améliorer la rentabilité et la compétitivité des producteurs/transformateurs forestiers grâce à l'amélioration génétique des caractères économiquement importants.

La valeur du programme d'amélioration des arbres ne se réalise que lorsque le matériel génétiquement amélioré est déployé sur le plan opérationnel pour les programmes de plantation d'arbres et que les stratégies de déploiement doivent être mises en place. Ainsi, de nombreux pays d'Afrique ont investi dans des centres de semences d'arbres qui sont liés aux programmes d'amélioration des arbres ou à des agences gouvernementales promouvant la plantation d'arbres communautaires. Le stock de plantes génétiquement améliorées reste le moyen le plus efficace d'améliorer la productivité forestière. Ceci est mieux réalisé si la sélection des arbres est combinée avec de bonnes pratiques de gestion sylvicole (Chamshama et al., 2009).

ESPECES D'*EUCALYPTUS* POUR LA PLANTATION EN AFRIQUE

Les espèces les plus plantées en Afrique appartiennent au genre *Eucalyptus*, qui sont aussi les espèces de feuillus les plus plantées au monde (Doughty, 2000). La plupart des espèces appartiennent au sous-genre *Symphyomyrtus* avec les espèces suivantes comme étant principalement plantées : *Eucalyptus camaldulensis*, *E. dunnii*, *E. globulus*, *E. grandis*, *E. nitens*, *E. pellita*, *E. saligna*, *E. tereticornis* et *E. urophylla* (Harwood, 2011). La plupart de ces espèces ont été testées et déployées pour des plantations d'arbres opérationnelles dans de nombreuses régions d'Afrique. Elles sont plantées principalement pour la pâte de bois, les poteaux de transmission, les poteaux de clôture, le bois de construction et le bois de chauffage.

Les eucalyptus et leurs hybrides dominent la foresterie de plantation dans le monde entier, et des investissements considérables ont été faits dans l'évaluation et le développement de leurs ressources génétiques au cours des dernières décennies (Harwood, 2011). Les pays d'Afrique australe (Mozambique, Afrique du Sud et Zimbabwe) ont une longue histoire d'introduction des eucalyptus. En Afrique de l'Est, des eucalyptus ont été introduits au Kenya dès 1902. Une centaine d'espèces ont depuis été introduites et 83 ont été plantées à divers moments à l'Arboretum de l'Institut Kenyan de Recherche Forestière (KEFRI) à Muguga (Gottneid et Thogo, 1975). Sur les 83 espèces plantées dans l'arboretum, seules 71 ont survécu (Oballa et al., 2010). Les introductions initiales de l'espèce étaient informelles et non scientifiques, et non documentées et la diversité des introductions était étroite - ou pas du tout connue.



**Figure 4 : Plantation de *E. grandis* de 5 ans d'âge à Lichinga, Mozambique
Photo par C. Marunda (2014).**

Bien que ces introductions précoces aient été utiles pour prouver que l'espèce peut pousser, elles ne présentaient pas une base génétique large sur laquelle construire des programmes de sélection d'arbres. Les importations subséquentes de semences provenaient d'un large éventail de sources en Australie et ont été échangées entre les pays (Koskela et al., 2010). Les essais sur l'espèce ont suivi la stratégie de reproduction traditionnelle décrite par Harwood (2011), ce qui implique de tester quelques espèces dans

de simples essais répétés et d'identifier les espèces potentielles suivies d'essais de provenances plus étendus et plus importants.

Avec l'aide de l'ATSC, des programmes d'aide et des arrangements privés, l'Afrique a réussi au fil des années à rassembler une gamme d'espèces et de provenances des espèces d'Eucalyptus les plus couramment plantées. Le tableau 3 énumère quelques-unes des espèces communes plantées en Afrique. D'autres espèces d'eucalyptus testées en Afrique comprennent *E. pilularis*, *E. microtheca*, *E. citriodora*, *E. maculata* et *E. decaisneana* en Afrique de l'Ouest. En Afrique du Sud, de nouvelles espèces d'eucalyptus tempérées sont testées dans des zones exposées au froid et sujettes au gel, notamment : *E. bagjensis*, *E. bethami*, *E. macurthii* et *E. henryii* (Mondi Forest et SAPPI, Rapports annuels 2014).

Tableau 3 : Liste des espèces d'*Eucalyptus* communément plantées en Afrique

Espèces	Régions/Pays introduits	Pays sélectionnés
<i>E. camaldulensis</i>	AC, AE, AA, AO	Tous
<i>E. citriodora</i>	AA	Afrique du Sud, Zimbabwe
<i>E. cloeziana</i>	AA	Zimbabwe
<i>E. grandis</i>	AE, AA, AO	Tous les pays
<i>E. globulus</i>	AA	Malawi, Ethiopie, Afrique du Sud
<i>E. dunnii</i>	AA	Afrique du Sud, Zimbabwe
<i>E. microtheca</i>	AA	Zimbabwe
<i>E. nitens</i>	AA	Afrique du Sud, Zimbabwe
<i>E. pellita</i>	AA	Mozambique, Afrique du Sud
<i>E. saligna</i>	AA	Malawi, Afrique du Sud, Zimbabwe
<i>E. robusta</i>	AA	Madagascar, Mozambique
<i>E. tereticornis</i>	AA, AE, AO	Mozambique, Zimbabwe
<i>E. urophylla</i>	AA, AE	Mozambique, Afrique du Sud, Zimbabwe

NB: AC = Afrique Centrale, AO = Afrique de l'Ouest, AE = Afrique de l'Est et AA = Afrique australe

Foresterie clonale d'*Eucalyptus*

La propagation clonale a évolué depuis sa création dans les années 1970, lorsque les Français au Congo et les Australiens ont commencé à tester les boutures de racines comme méthode de propagation clonale des espèces d'eucalyptus. En République du Congo, 42 000 ha de plantations clonales d'eucalyptus ont été établis dans la plaine côtière de Kouilou, appartenant à une société industrielle privée, Eucalyptus-Fibre du Congo (EFC). Le pays est maintenant bien connu pour le développement d'hybrides d'*Eucalyptus* à haute performance utilisés dans les plantations forestières (Marien et Peltier, 2010). Des hybrides interspécifiques d'*Eucalyptus* spp. ont été développés et le germoplasme (matériel clonal) déployé dans des sociétés commerciales, par exemple en Angola, au Kenya, au Mozambique, au Rwanda, en Afrique du Sud et en Ouganda. Dans les pays ayant un climat tropical à subtropical (par exemple en Ouganda, au Kenya, au Congo, en RDC, au Mozambique et en Angola), des hybrides *grandis x urophylla* ont été introduits pour la culture sur des sites humides et chauds. Dans des pays comme l'Afrique du Sud, des investissements visant à développer des germoplasmes hybrides pour étendre la plantation d'eucalyptus dans des environnements plus froids sont en cours, tandis que dans d'autres pays, des hybrides *grandis x camaldulensis* ont été introduits dans des zones plus sèches. En Afrique de l'Est, des clones d'eucalyptus (GxU, GxT, GxC) ont été développés avec le soutien de Mondi, Gatsby Charitable Foundation et Tree BioTechnology Projects en Tanzanie et au Kenya (Msanga, 2016 ; Ngamau et al., 2004). Les hybrides ont été créés en utilisant la pollinisation contrôlée et les hybrides sont adaptés aux conditions climatiques et environnementales intermédiaires qui sont entre les espèces pures et les nouveaux hybrides. Un autre objectif de la sélection hybride est de combiner des caractères favorables et complémentaires tels que le volume, la forme de la tige et la tolérance à la sécheresse. Des exemples d'hybrides interspécifiques sont donnés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Hybrides interspécifiques d'*Eucalyptus* communément plantés en Afrique.

Hybrides	Environnement cible	Exemples	Références
<i>grandis x nitens</i>	Sites susceptibles au gel	Afrique du Sud	ICFR (2015)
<i>grandis x urophylla</i>	Zones humides tropicales et subtropicales	Mozambique, Angola, Ouganda, Kenya	Kilimo Trust (2011)
<i>grandis x camaldulensis</i>	Zones susceptibles à la sécheresse	Zimbabwe, Zambie, Nigéria	Madhibha et al. (2013) McComb and Jackson (1969)
<i>grandis x tereticornis</i>	Zones susceptibles à la sécheresse	Zimbabwe, Mozambique	Madhibha et al. (2013)

Alors que la foresterie clonale a augmenté la productivité et la résistance aux ravageurs et aux maladies dans les pays (Afrique du Sud par exemple) qui investissent massivement dans la technologie, certains pays à faible niveau d'investissement pourraient trouver la foresterie clonale plus coûteuse que les semis. De plus, les clones pourraient être sensibles aux maladies et des blocs entiers de plantations pourraient être anéantis (par exemple au Zimbabwe et en Zambie, les clones *grandis x camaldulensis* ont succombé aux ravageurs et les plantations de clones ont échoué). Les hybrides interspécifiques ont tendance à être plus vulnérables que les espèces parentales pures aux ravageurs et aux maladies (par exemple, Harwood, 2011).

L'adoption de la foresterie clonale a augmenté la productivité et l'uniformité des plantations de pâte dans les pays qui ont fait de gros investissements en capital et en technologies, mais il existe des dangers de restreindre la diversité génétique et de prédisposer les plantations aux maladies et aux ravageurs. Les pays ayant des programmes de foresterie clonale bien établis doivent continuellement tester la performance des hybrides dans différentes conditions pour s'assurer qu'ils sont adaptables et résistants aux ravageurs et aux maladies. En Afrique de l'Est, la foresterie clonale d'eucalyptus a été promue (par exemple par le Sawlog Production Grant Scheme en Ouganda, les programmes de biotechnologie arboricole au Kenya et en Tanzanie) et les petits arboriculteurs collectent des graines d'arbres clonaux pour faire des semis. Cela finit par des plantations et des formations boisées peu performantes (Cheibowo, communication personnelle, 2016). Il est nécessaire de sensibiliser et de réglementer la collecte et la distribution des semences pour garantir l'utilisation de bonnes semences. Il convient de noter que les «blocs monoclonaux sont impressionnants s'ils fonctionnent, mais sont tout aussi impressionnants s'ils ne fonctionnent pas» (Henson, 2011).

Production de semences d'*Eucalyptus*

D'après les rapports régionaux, il semble que les graines d'espèces d'eucalyptus soient facilement disponibles. Cependant, des pénuries localisées peuvent être connues, par exemple le centre semencier du Zimbabwe ne fournit pas de semences de certaines espèces d'eucalyptus en raison de la demande accrue de plantations pour fournir de l'énergie pour le traitement du tabac. D'autres espèces telles que *E. nitens* sont des producteurs timides de graines. La production inconstante de fleurs et de graines constitue un obstacle majeur à l'amélioration génétique et à la production de semences commerciales de l'espèce en Afrique du Sud (Swain et Gardner, 2003). Le choix des sites d'implantation de vergers pour la production commerciale de semences et la sélection de cette espèce constitue toujours un défi majeur.

Les graines de la plupart des espèces sont disponibles, mais des préoccupations concernant la qualité génétique et physiologique ont été signalées dans certains pays. Les systèmes de développement et de déploiement du germoplasme pour la plupart des

espèces d'eucalyptus sont bien avancés, bien que certains pays aient souligné la nécessité de revigorer leurs programmes d'amélioration des arbres en enrichissant la diversité génétique des espèces pour améliorer la productivité et étendre le boisement aux nouvelles écozones (par exemple environnements froids et sujets au gel), pour augmenter la résistance à de nouveaux ravageurs et maladies (par exemple, chalcide de gomme bleue, psyllide de gomme rouge et punaise de bronze sur *Eucalyptus* spp. en Afrique australe) et atténuer les impacts potentiels du changement climatique en important des provenances aux extrêmes de la distribution naturelle de certaines espèces.

La plupart des espèces plantées en Afrique sont gérées en rotation en taillis (5-20 ans), et ce n'est que lorsque les vieilles souches moribondes sont enlevées que de nouvelles sources de graines sont plantées. Ce cycle, s'il n'est pas géré avec soin, pourrait conduire à la plantation de matériel végétal de qualité inférieure ou, dans le cas d'essais, à la perte ou à l'épuisement de la diversité génétique initiale. Le besoin de collecte d'enrichissement a été mentionné dans de nombreux pays et il est recommandé que les pays s'engagent avec le Centre australien de semences forestières (ATSC) - une unité de l'Organisation de Recherche Scientifique et Industrielle du Commonwealth (CSIRO) pour acquérir plus de semences de diverses provenances.

Les questions critiques pour les ressources génétiques d'eucalyptus en Afrique sont :

- ▶ le pool génétique détenu en Afrique est-il suffisamment large et résilient pour faire face aux nouveaux défis du changement climatique, aux nouvelles maladies et aux ravageurs (par exemple Psyllidés, Chalcidés et punaises bronzées dans de nombreuses régions d'Afrique) ?
- ▶ les ressources génétiques d'*Eucalyptus* sont-elles suffisamment robustes pour être encore améliorées en termes de rendement, étant donné que les économies nationales se développent et que la demande de bois devrait augmenter ?
- ▶ les pays africains doivent-ils renforcer leur pool génétique d'*Eucalyptus* grâce à de nouvelles importations en provenance d'Australie ou d'autres sources originales ? et
- ▶ les pays doivent-ils s'engager dans l'hybridation interspécifique pour créer de nouveaux clones adaptables à de nouvelles conditions climatiques, résistants aux ravageurs et aux maladies et supérieurs aux espèces pures et comment la foresterie clonale végétative est-elle rentable par rapport aux semis ?

ESPECES DE PINS POUR LA PLANTATION EN AFRIQUE

Des espèces de pins tropicaux du Mexique et d'Amérique centrale sont utilisées dans des plantations du monde entier (Dvorak, 2000). En Afrique, les espèces de *Pinus* sont les deuxièmes espèces les plus plantées dans des environnements allant de zones de haute altitude à haute pluviométrie à des zones de haute pluviosité basse. *P. patula* a été la

première espèce à être introduite en Afrique du Sud à partir de collections réalisées au Mexique au début des années 1900 (Butterfield, 1990).



**Figure 5 : Plantation de *Pinus popula* de 10 ans d'âge à Stapleford, Zimbabwe
Photo par C. Marunda, 2014**

Les premières plantations ont servi de source de matériel génétique pour d'autres pays d'Afrique australe pendant de nombreuses années (Butterfield, 1990 ; Poynton, 1977). Plusieurs espèces, principalement originaires des régions tropicales et subtropicales américaines ou asiatiques, sont maintenant largement cultivées et plantées, y compris *P. caribaea*, *P. elliottii*, *P. greggii*, *P. kesiya*, *P. maximinoi*, *P. patula*, *P. oocarpa*, *P. radiata* et *P. tecunumanii*. *P. kesiya* est une espèce de pin tropical d'Asie, largement plantée en Madagascar et en Zambie. En Afrique de l'Ouest, le Nigéria a établi des essais sur les espèces suivantes: *P. caribaea*, *P. oocarpa*, *P. khasya* (*kesiya*) et *P. merkusii* dans le cadre d'une série d'essais d'introduction d'espèces dans les années 1960.

Les pins sont populaires parce qu'il y a un large éventail d'espèces adaptées aux conditions de croissance variables; ils prospèrent dans un sol sec et pauvre et dans des sites dégradés; la production en volume de certaines espèces peut être très élevée; ce sont des espèces pionnières robustes bien adaptées au reboisement et à la sylviculture simple (monocultures et coupe à blanc) et pour la qualité de leur bois et de leurs bois de conifères uniformes valorisés pour la production de bois d'œuvre, pâte chimique, papier, panneaux de particules, etc. (Lamprecht, 1990).

Le tableau 5 montre que *P. caribaea* et *P. oocarpa* sont largement plantées en Afrique, mais n'occupent pas nécessairement les plus grandes zones de plantation. Ces espèces

poussent bien le long des zones côtières basses. Des rapports non confirmés semblent indiquer qu'il existe une pénurie locale en semences de ces espèces. Par exemple, au Mozambique, des sociétés privées établissant des plantations de l'espèce dans la partie nord du pays importent des semences non testées pour l'expansion des plantations. *P. maximinoi* et *P. tecunumanii* ont récemment été introduites en Afrique australe et remplacent lentement *P. patula* en tant qu'espèces préférées. Récemment, des pays tels que le Kenya, le Mozambique, la Tanzanie, l'Ouganda, l'Afrique du Sud et le Zimbabwe se sont associés avec le CAMCORE (Central American Coniferous Resources) pour importer du nouveau matériel génétique de *Pinus* spp. pour enrichir la diversité génétique des espèces existantes.

Tableau 5 : Liste des espèces de pin communément plantées en Afrique

Espèces	Régions introduites	Pays ayant enregistré des essais ou plantations d'espèces
<i>P. caribaea</i>	AO, AC, AE, AA	Burundi, Cameroun, Congo, RDC, Gambie, Ghana, Guinée, Kenya, Nigéria, Madagascar, Malawi, Ile Maurice, Mozambique, Libéria, Sénégal, Sierra Leone, Afrique du Sud, Soudan, Tanzanie, Togo, Rwanda, Zambie, Zimbabwe
<i>P. elliotii</i>	AA, AE	Burundi, Madagascar, Ile Maurice, Afrique du Sud, Tanzanie, Réunion, Zimbabwe
<i>P. greggii</i>	AA	Afrique du Sud, Zimbabwe
<i>P. kesiya</i>	AA	Nigéria, Madagascar, Afrique du Sud, Zambie, Zimbabwe
<i>P. maximinoi</i>	AA	Mozambique, Tanzanie, Afrique du Sud, Zimbabwe
<i>P. merkusii</i>	AO	Nigéria
<i>P. oocarpa</i>	AC, AO, AE, AA	AO/AC: tous les pays de la côte, de la Sierra Leone à l'Angola; AE : Ethiopie, Kenya, Tanzanie, Ouganda; Afrique du Sud: Malawi, Mozambique, Zambie, Zimbabwe
<i>P. patula</i>	AA, AE	Ethiopie, Kenya, Malawi, Mozambique, Afrique du Sud, Swaziland, Tanzanie, Rwanda, Zimbabwe
<i>P. taeda</i>	AA	Afrique du Sud, Zimbabwe
<i>P. tecunumanii</i>	AA, AE	Afrique du Sud, Malawi, Mozambique, Tanzanie, Zimbabwe
<i>P. radiata</i>	AO, AC, AE, AA	Afrique du Sud

NB : AC = Afrique Centrale, AO = Afrique de l'Ouest, AE = Afrique de l'Est et AA = Afrique australe

Source: <http://www.cabi.org/isc/datasheet>

Foresterie clonale pour les pins

L'Afrique du Sud dirige l'investissement dans la foresterie clonale des pins. Un certain nombre d'hybrides sont actuellement testés en coopération avec CAMCORE (Tableau 6). L'un des hybrides populaires est *P. elliotii* x *P. caribaea* qui a toujours montré une bonne croissance et des essais d'évaluation de la forme et au champ montrent que *P. patula* x *P. tecunumanii* est très prometteur (Camcore, 2013). Les hybrides ont été créés pour améliorer la résistance à des maladies telles que le chancre de *P. patula*, et pour augmenter la productivité (gain de fibre). Le développement de la foresterie clonale pour les pins a été développé en coopération avec CAMCORE.

Tableau 6 : Certains des hybrides plantés ou en cours d'évaluation en Afrique du Sud

Espèces	<i>P. patula</i>	<i>P. elliotii</i>	<i>P. radiata</i>	<i>P. tecunumanii</i>	<i>P. greggii</i>	<i>P. caribaea</i>
Croisée avec	<i>P. pringlei</i> <i>P. greggii</i> <i>P. tecunumanii</i> <i>P. oocarpa</i> <i>P. elliotii</i>	<i>P. tecunumanii</i> <i>P. caribaea</i> <i>P. maximinoi</i> <i>P. taeda</i> <i>P. greggii</i>	<i>P. patula</i>	<i>P. oocarpa</i>	<i>P. maximinoi</i>	<i>P. tecunumanii</i>

Source : CAMCORE (2013)

Production de semences de pin

La demande en semences de *P. maximinoi* et *P. tecunumanii* dépasse l'offre en Afrique Australe (par exemple en Mozambique et en Zimbabwe) (Nyoka et Tongoona, 1998 ; Gapare et al., 2001) et même dans le monde entier (Koskela et al., 2014). Les deux espèces ont été plantées dans plusieurs pays d'Afrique australe et il est utile d'observer les plantations et les essais existants pour suivre les schémas de floraison et les niveaux de production de graines afin de déterminer les zones les plus propices à l'installation de vergers de production de semences. Les autres espèces dont les graines sont difficiles à acquérir au Mozambique sont *P. caribaea* et *P. oocarpa* (Kachale, communication personnelle). Les pénuries sont dues au fait que les espèces produisent timidement les graines dans certaines conditions climatiques et écologiques et ainsi, davantage de recherches sur la biologie florale et reproductive doivent être faites pour identifier les conditions propices à une bonne production de semences. D'autres espèces de pin ont été distribuées par CAMCORE à ses organisations membres (principalement des sociétés privées) dans le cadre d'une série d'essais internationaux sur la provenance, la

descendance et le développement de mesures de conservation *ex-situ* (Dvorak et al., 1996).

Les pays ayant une culture de grande plantation de pin (par exemple l'Afrique du Sud) ont signalé un approvisionnement suffisant en la plupart des espèces de pins. Cela a été rendu possible parce que le secteur privé a investi dans le matériel génétique des arbres pour répondre à la demande et vendre les semences excédentaires. Le Zimbabwe avait été autrefois autosuffisant en approvisionnement de semences de pin et était le plus gros exportateur de semences de pin. Cependant, au cours des dernières années, les pénuries locales ont été courantes vu que les investissements dans la sélection des arbres et l'approvisionnement en semences ont diminué dans le pays. Certains des vergers clonaux de semences sont trop âgés et ont perdu de leur vigueur, entraînant une baisse des rendements (par exemple pour *P. elliotii* et *P. taeda* au Zimbabwe). La même situation s'applique à des pays comme le Malawi et la Zambie où les zones de production de semences ont été pendant longtemps négligées.

PLANTATION DE *TECTONA GRANDIS* EN AFRIQUE

Les plantations de teck (*Tectona grandis*) représentent 2,6% des plantations forestières en Afrique (AFORNET, 2005). Le teck a été introduit de l'Asie il y a plus de cent ans, avec des indications d'introductions réussies au Nigéria et au Cameroun en 1968 (Egenti, 1978, cité dans Koskela et al., 2010). Des introductions subséquentes ont été faites en Tanzanie, au Togo (Chollet, 1956, cité dans Koskela et al., 2010), au Ghana, en Côte d'Ivoire (Tariel, 1966, cité dans Koskela et al., 2010) et au Soudan (Hall et Williams, 1956). L'espèce est cultivée dans des pays au climat tropical humide et chaud et contribue de manière significative à la production de bois feuillus tropicaux de haute qualité.

La documentation de l'origine (sources de semences) des plantations en Afrique est pauvre et la plupart des collections sont maintenant considérées comme des variétés locales. Vahaagen et al. (2010) ont montré que près de 95% des variétés locales de teck au Bénin, au Cameroun, en Côte d'Ivoire, en Tanzanie, au Togo et au Sénégal proviennent du Nord de l'Inde et 96% du teck Ghanéen semblait être très étroitement lié au Laos central. L'étude a montré que les arbres de l'Inde du Nord avaient de très mauvaises formes de tige par rapport aux provenances laotiennes et thaïlandaises, qui avaient généralement de bonnes formes de tige mais une faible vigueur. Ces connaissances génétiques sont essentielles pour les programmes visant à développer des variétés et à améliorer la qualité des plantations, en particulier en Afrique (Vahaagen et al., 2010).



Figure 6 : Arbres de *Tectona grandis*

Source : <http://www.fincaleola.com/teak.htm>

Production de semences de *Tectona grandis*

En Afrique, où le teck est cultivé en tant qu'espèce introduite, l'approvisionnement en graines est un important facteur limitant dans les efforts de plantation et réduit la qualité des plantations, en particulier dans les pays où les semences proviennent parfois d'anciens essais ou de plantations pilotes. Au Nigéria par exemple, la disponibilité de semences de qualité est une contrainte majeure car les peuplements actuels sont généralement de mauvaise forme, en particulier la hauteur du fût, et la fructification apparaît très tôt (3 ans d'âge) entraînant une croissance en hauteur réduite et plus ramifiée (Kwame Asomoah Adams, communication personnelle, 2016). La Tanzanie a fourni de grandes quantités de semences pour les plantations d'Afrique Orientale et plus tard en Afrique de l'Ouest à partir de sources de semences à Kihuhwi, Bigwa et Mtibwa (Msanga, communication personnelle, 2016). Il est bien connu que la germination des graines de teck est faible et sporadique en raison de la dormance. En pépinière, le pourcentage de germination des graines non traitées est d'environ 30-50% sur une période de germination de 50 jours. La multiplication végétative est également utilisée pour propager l'espèce. Par exemple en Côte d'Ivoire, la

Société pour le Développement des Forêts (SODEFOR) et le Cirad ont développé une technique de micro propagation en masse pour la production de millions de vitro plants à partir de clones de variétés améliorées de teck (Bouvet, 2011).

Les essais mis en place en Afrique de l'Ouest dans les années 1970 continuent de fournir des informations sur la performance de l'espèce, de produire des semences pour le développement des plantations et des matériels pour la multiplication végétative. Les semences sont récoltées sur des variétés locales qui, dans la plupart des cas, ne sont pas documentées, ce qui signifie que le statut génétique n'est pas connu. L'implication de ceci sur la productivité est difficile à quantifier. La graine de l'espèce a une courte durée de vie et est difficile à germer et la plupart des pays se rabattent sur la multiplication végétative pour le matériel de plantation. L'approvisionnement en semences est l'un des facteurs les plus critiques limitant les programmes de plantation de teck. La pénurie de germoplasme résulte d'une pénurie de sources de bonne qualité et accessibles ainsi que des difficultés à livrer les semences ou plants disponibles à partir de la source à l'utilisateur final. Cela est particulièrement vrai en Afrique, où le teck est cultivé comme une espèce exotique et où les graines utilisées proviennent principalement d'anciens essais de provenances ou de plantations pilotes. Les problèmes d'approvisionnement en semences, y compris la quantité et la qualité des besoins annuels en semences, sont considérés comme critiques pour la réussite de l'installation des plantations.

On a estimé qu'en utilisant des semences améliorées, le gain de croissance et / ou de production en volume de la plantation est augmenté (à partir des populations de base) de 5 à 25%, selon les sources de semences et le site de plantation (Wellendorf et Kaosa-ard, 1988). Ainsi, l'utilisation de semences améliorées (provenant des zones de production de semences, des vergers à graines et des arbres élités) est essentielle pour améliorer la croissance, la qualité du tronc et d'autres caractères.

PLANTATIONS DE *GMELINA ARBOREA* EN AFRIQUE

G. arborea a été d'abord introduit au Nigéria en 1888 comme plante ornementale pour la plantation le long des rues (Oduwaiye, 1983 ; Akachuku, 1984). D'autres pays ont participé à un essai international de reproduction avec des échantillons de semences du Ghana (Forest Products Research Institute), de la Tanzanie (Forest Research Institute), du Malawi (Forest Research Institute) et de la Côte d'Ivoire (*Centre Technique Forestier tropical*) (Lauridsen et Kjaer, 2002). En Afrique, il y a environ 130 000 ha (inventaire de 1990) avec les plus grandes plantations au Nigéria, au Kenya, en Éthiopie, en Sierra Leone, au Ghana, en Côte d'Ivoire et au Cameroun pour le bois à pâte et le bois de feu. Il est également cultivé dans des pays comme le Malawi, la Tanzanie et la Zambie dans de petits îlots boisés pour fournir de l'énergie (par exemple pour le traitement du tabac au Malawi).

Les premières plantations de l'espèce ne sont pas bien documentées dans ses aires de domestication en Afrique. L'espèce est facile et peu coûteuse à installer et a une croissance

rapide et précoce. Les essais ont montré que les descendances des variétés locales se comportent bien, ce qui indique que *Gmelina* réagit positivement bien à la domestication grâce à la sylviculture dans les plantations. Cependant, il y a des indications que l'espèce est confrontée à une drastique réduction de l'accroissement à partir de la septième année de croissance, à une tendance des arbres à mourir à un jeune âge, à des problèmes avec le séchage irrégulier et lent du bois, à de mauvaises caractéristiques générales de la tige et à de faibles ramifications (Lauridsen and Kjaer, 2002).

Production de graines pour *G. arborea*



Figure 7 : Plantation de *G. arborea*

Source : <http://vikaspedia.in/agriculture/crop-production/package-of-practices/tree-crops/gmelina-arborea>

Les graines sont actuellement récoltées au niveau des variétés locales bien que dans la plupart des cas, l'origine de la graine soit inconnue et puisse avoir une base génétique très étroite. Il y a un risque de futurs problèmes de ravageurs, de maladies et de perte de production en raison de la dépression due à la consanguinité. Les semences sont récalcitrantes, sujettes aux infections fongiques et sont difficiles à stocker car elles perdent rapidement leur capacité de germination. La plupart des centres semenciers ont signalé la nécessité d'améliorer le stockage de l'espèce. Une solution au problème des semences récalcitrantes consiste à conduire l'espèce en pépinière jusqu' à la phase de plantules en

vue de leur distribution, mais cela entraînerait des coûts supplémentaires pour les centres semenciers.

ESPECES D'ACACIA POUR LA PLANTATION EN AFRIQUE

Les espèces d'acacias sont le troisième genre le plus planté en Afrique. Des plantations d'*Acacia mearnsii* ont été installées sur une superficie totale estimée à environ 325 000 ha au Kenya, au Maroc, en Afrique du Sud, au Swaziland et au Zimbabwe pour la production d'écorce, de tanin, de poteaux, de bois de chauffage et de charbon de bois. Les acacias sont également largement plantés pour la production de gomme arabique, d'énergie et de fourrage. Les principales espèces plantées pour la production de gomme sont *A. senegal* et *A. seyal*. La gomme arabique est l'un des plus anciens articles d'échanges de l'Afrique du Nord et contribue de manière significative aux économies des pays ayant des peuplements naturels et des plantations artificielles de l'espèce.

Les peuplements naturels d'*A. senegal* sont gérés pour la production de gomme arabique et un certain nombre de plantations ont été établies. Le Soudan a la plus grande superficie avec 223 000 ha. L'espèce a attiré beaucoup de recherches sur la provenance, la croissance et la productivité dans un certain nombre de pays sahéliers et du germoplasme a été rassemblé. On trouve des plantations extensives d'*A. senegal* au Cameroun (Harmand et al., 2012), en Ethiopie (Alema et al., 2013), au Kenya (Wekesa et al., 2009), au Nigéria (Mokwenyu et Aghughu, 2010) et au Soudan (Gafaar, 2011). L'espèce a une large répartition géographique en Afrique et est plutôt variable avec quatre variétés reconnues, à savoir *senegal*, *kerensis*, *leiorhachis* et *rostrata* (Brenan, 1983, Cossalter, 1991). Un certain nombre d'essais ont été établis pour comprendre la performance et la productivité de l'espèce dans différentes parties de l'Afrique, ce qui en fait l'une des espèces africaines les plus étudiées, par exemple dans les savanes arides du Niger (Larwanou et al., 2010), dans le district de Baringo au Kenya (Lelon et al., 2010), dans la région sahélienne de l'Afrique de l'Ouest (Diallo et al., 2015), au Nigéria (Fakuta et al., 2015) et au Zimbabwe (Barnes et al., 1999).

A. senegal est important pour de nombreux pays d'Afrique. Il a été proposé de renforcer les programmes régionaux (par exemple le Réseau pour la gomme arabique et les résines pour l'Afrique - NGARA) pour la réhabilitation et le développement de l'espèce dans le but d'augmenter les revenus des communautés rurales, les ventes à l'exportation, l'augmentation des recettes d'exportation et la promotion de la fertilité des sols, la croissance des pâturages et la production de bois de chauffage.

Dans les régions sèches d'Afrique, les acacias sont les espèces de régénération naturelle sur les terres dégradées. Étant indigènes, elles ne constituent pas une menace d'invasion outre que leur capacité pionnière. D'autre part, leur contribution précieuse à l'agriculture peut être soutenue à travers la gestion pour en faire des espèces climatiques efficaces dans le système agricole (Barnes et al., 1996). La deuxième espèce d'acacia la plus

étudiée est *Faidherbia albida* (anciennement *A. albida*). Elle est largement distribuée en Afrique (Wickens, 1969) où elle pousse dans des conditions variables de précipitations, de sols et d'altitude. Son importance en tant qu'arbre polyvalent en agroforesterie en Afrique est bien reconnue ; les feuilles et les gousses étant utilisées comme fourrage, en particulier à la fin de la saison sèche, lorsque les autres sources de fourrage sont rares. L'arbre affecte également positivement la fertilité du sol et produit une large gamme d'autres produits utilisés par les communautés rurales. L'espèce est gérée dans des parcs dans de nombreux pays d'Afrique de l'Ouest, et est plantée dans les champs et le long des limites des champs. *F. albida* est largement plantée et testée dans différentes zones agro-écologiques dans de nombreux pays d'Afrique, bien que la superficie ensemencée soit difficile à estimer car elle est plantée dans les champs et sur les terres agricoles. Des collections importantes de différentes sources de semences de *F. albida* sont conservées par l'ancien Institut forestier d'Oxford et une série d'essais ont été établies dans un certain nombre de pays (Fagg et al., 1997).



Figure 8 : Arbres de gomme arabiques au camp de réfugiés Kilo 26, au Soudan
Source : Photothèque de l'UICN © Intu Boedhihartono

D'autres espèces d'acacias d'intérêt en Afrique comprennent *A. nilotica* qui est également gérée et cultivée pour le bois au Soudan; *A. karoo*, *A. erioloba* et *A. tortillis* qui ont également été assemblées et testées dans un réseau d'essais en Afrique australe (Fagg et

al., 1997 ; Barnes et al., 1999). Ainsi, les acacias représentent un genre important qui peut contribuer de manière significative à la gestion durable des ressources forestières en Afrique.

Production de graines pour les espèces d'Acacia

Les graines d'*Acacia* sont faciles à récolter et les espèces produisent généralement de grandes quantités de graines qui se conservent facilement (à cause des téguments durs), mais des plants génétiquement améliorés doivent encore être distribués pour la plantation opérationnelle. La description génétique de l'espèce, en particulier pour les acacias africains, n'est pas encore complète, et la compréhension de la variabilité génétique et de l'adaptabilité est cruciale pour augmenter la productivité et la qualité de la production de gomme arabique.

ESPECES D'ACACIA AUSTRALIENS CULTIVEES EN AFRIQUE

Un certain nombre d'espèces d'*Acacia* phyllogènes d'Australie ont été introduites en Afrique, principalement pour le bois de chauffage, la stabilisation des sols, le fourrage (Vercoe, 1987) et pour l'alimentation en Afrique tropicale sèche (House et Harwood, 1992). Les espèces introduites et testées comprennent *Acacia coleii*, *A. cowleana*, *A. tumida*, *A. adsurgens*, *A. ampliceps*, *A. aneura*, *A. eriopoda*, *A. holosericea*, *A. kempeana*, *A. ligulata*, *A. neurocarpa*, *A. saligna*, *A. sclerosperma* et *A. victoriae*. Les espèces prometteuses pour l'Afrique de l'Ouest comprennent *A. coleii*, *A. holosericea* et *A. neurocarpa* (Cossalter, 1987). *A. saligna* est l'Acacia le plus important en Afrique du Nord (El-Lakany, 1987), tandis qu'au Zimbabwe, *A. holosericea*, *A. aneura*, *A. auriculiformis*, *A. leptocarpa*, *A. cowleana* et *A. ligulata* se sont montrées très tôt prometteuses (Gwaze 1987).

Les inconvénients majeurs des acacias australiens sont qu'elles sont de courte durée de vie et ne se recollent pas très bien, créant ainsi la nécessité de replanter le plus souvent. Cela n'est pas attrayant du point de vue de la gestion pour les groupes communautaires cibles qui sont souvent limités en termes de ressources. L'approvisionnement en graines n'est pas un problème puisque la plupart des espèces d'acacias produisent de grandes quantités de graines qui ont des téguments durs qui les rendent faciles à stocker et qui peuvent rester viables dans le sol pendant de nombreuses années.

ESPECES COMMERCIALES INDIGENES

Les essences commerciales indigènes ont été la principale source de bois dans les pays riches en forêts naturelles, par exemple en Afrique de l'Ouest et du Centre. Des bois spéciaux durs sont également récoltés dans les pays ayant des forêts sèches, par exemple La Zambie et le Mozambique. En raison de la qualité supérieure des bois et de la nécessité de conserver les populations naturelles, la plupart des pays africains soutiennent des

programmes visant à planter des espèces commerciales indigènes. Des exemples d'espèces prioritaires comprennent *Khaya senegalensis*, *Nauclea diderrichii*, *Terminalia spp.*, *Entandrophragma spp.*, *Milicia excelsa* et *Triplochiton scleroxylon* (en Afrique de l'Ouest et du Centre), *Acacia spp.*, *Cordia africana*, *Markhamia spp.* et *Vitex keniensis* (en Afrique de l'Est) et *Azelia quanzensis*, *M. excelsa*, *Baikaea plurijuga*, *Khaya anthotheca* et *Pterocarpus angolensis* (en Afrique australe).

La plantation d'essences de bois commerciale indigènes s'est en plus large diffusion en Afrique de l'Ouest et du Centre que dans d'autres régions d'Afrique. C'est principalement parce que les espèces sont généralement récoltées pour le bois et il y a les préoccupations de surexploitation de l'espèce. Les principales sources de semences pour les essences indigènes sont les forêts naturelles car elles n'ont pas été testées dans des essais de provenances. En général, les graines récoltées en vrac dans les peuplements naturels et les restes d'arbres dispersés dans les terres agricoles constituent la principale source de matériel pour l'établissement des plantations et des îlots boisés. Par conséquent, l'approvisionnement en semences pour la plupart des espèces d'arbres indigènes est nettement insuffisant et l'utilisation de matériel de plantation génétiquement supérieure est rare.

Quelques essais d'espèces et de provenances ont été établis. Au Gabon par exemple, un essai de 13 provenances de *Aucoumea klaineana*, basé sur la distribution de l'espèce, a été installé en 1967 dans la réserve de M'Voum. Plus récemment, des essais de provenances pour *Baillonella toxisperma* (Moabi), *Distemonanthus benthamianus* (Movingui) et *Erythrophleum suaveolens* et *E. ivorense* (Tali) collectés auprès de différentes populations dans les régions climatiques du Cameroun, du Gabon et de la République du Congo ont été installés dans des trouées forestières au Cameroun et au Gabon (FAO, 2014 cité dans Avana-Tientcheu, 2016).

Une liste des espèces les plus courantes est donnée dans le Tableau 7. Les espèces plantées incluent *Terminalia spp.*, *K. ivorensis*, *C. pentandra*, *Lovoa trichilioides*, *Entandrophragma angolense*, *Prunus africana*, *T. scleroxylon*, *Milicia spp.*, *Diospyros crassifolia* et *Baillonella toxisperma*. Les technologies pour la production de semences de haute qualité comprennent la sélection d'arbres plus ou moins résistants aux parasites et l'adaptation des techniques de multiplication végétative conventionnelles pour la production de masse. Dans la plupart des pays en Afrique de l'Ouest et du Centre, les principales technologies pour la production de semences de haute qualité sont des techniques de multiplication végétative, en particulier pour les espèces d'arbres qui ont une faible et difficile production de semences (Avana-Tientcheu, 2016). En Afrique de l'Est, les espèces indigènes couramment plantées comprennent *Khaya spp.*, *Cordia africana*, *Terminalia ivorensis*, *Vitex keniensis*, *Makhamia lute* et *Milicia excelsa* (Msanga, 2016). En Afrique du Sud, les espèces couramment utilisées comprennent *Khaya anthotheca*, *M. excelsa* et *Pterocarpus angolensis* (Marunda, 2016).

Tableau 7 : Liste des espèces commerciales indigènes courantes pour la plantation

Espèces	Noms communs	Utilisations potentielles	Régions
<i>Khaya ivorensis</i> , <i>K. grandifolia</i> , <i>K. angolensis</i>	Acajou africain	Contreplaqué, placage, tableaux, meubles	AC, AO, AE, AA
<i>Terminalia superba</i>	Ofram	Contreplaqué, meubles	AO
<i>Pycnanthus angolensis</i>	Otie, contreplaqué/Ilomba	Placage, tableaux, meubles	AO
<i>Canarium schweinfurthii</i>	Bediwonua Contreplaqué/Aiélé	Placage, tableaux, meubles	AO
<i>Dalbergia sissoo</i> , <i>D. retusa</i>	Meuble en palissandre	Placage, contreplaqué	AO, AE
<i>Tieghemella heckelii</i>	Makore Contreplaqué	Placage, tableaux, meubles	AO
<i>Pterygota macrocarpa</i>	Koto Contreplaqué	Placage, tableaux, meubles	AO
<i>Triplochiton scleroxylon</i>	Wawa Contreplaqué	Tableaux, particule, tableaux	AO, AC
<i>Entandrophragma angolensis</i>	Edinam Contreplaqué /Tiama	Placage, tableaux, meubles	AO, AC, AA
<i>E. cylindricum</i>	Sapeli Contreplaqué	Placage, tableaux, meubles	AO
<i>E. candolli</i>	Kosipo Contreplaqué	Placage, tableaux, meubles	AO
<i>E. utilis</i>	Sipo Contreplaqué	Placage, tableaux, meubles, contreplaqué	AO
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	Placage, contreplaqué	AO, AC
<i>Hallea stipulosa</i>	Subaha	Meubles tableaux	AO
<i>Milicia excelsa</i>	Odum/Iroko	Meubles, parterre	AC, AO, AE
<i>Terminalia ivorensis</i>	Emire/Framire	Placage, contreplaqué	AC, AO
<i>Nauclea diderrichii</i>	Kusia/ Bilinga	Meubles, parterre, boiserie	AO

Germoplasme des espèces d'arbres commerciales indigènes

Une préoccupation majeure pour la plantation d'espèces commerciales indigènes est la disponibilité en stock de semences. Plutôt que de compter uniquement sur les semences, certaines espèces peuvent être multipliées par voie végétative. Par exemple, au Ghana, l'Institut de recherche forestière a mis au point des techniques de production de clones de *M. excelsa* (Iroko) qui sont tolérants et résistants à l'insecte formant la galle *Phytolyma lata* en utilisant des protocoles de multiplication végétative et de culture de tissus pour identifier les lignées résistantes. Les techniques et les protocoles développés ont ouvert des opportunités pour la plantation à grande échelle de cette importante essence de bois au Ghana, en Côte d'Ivoire et aussi pour remédier aux échecs de plantation des acajous africains (*Khaya* et *Entandrophragma* spp, *K. ivorensis*, *E. utilis*), *T. scleroxylon* et *M. excelsa*. (Acquah et al., 2013).

Les essences prioritaires pour la recherche coopérative régionale comprennent *Khaya* spp., *Milicia excelsa*, *Entandrophragma* spp., *Terminalia* spp., *Triplochiton scleroxylon* et *Dalbergia* spp. Un bon point de départ pour la recherche sera un examen du niveau d'utilisation de ces espèces dans le développement des plantations et de la disponibilité des sources de semences. La plupart des espèces n'ont pas été systématiquement collectées. Une stratégie clé consistera à recueillir les semences pendant les opérations de récolte et à les utiliser pour régénérer les zones récoltées. Cette stratégie nécessiterait une connaissance détaillée de l'écologie de l'espèce et de la façon dont elle se régénère dans des conditions naturelles. Par exemple, la plupart des essences forestières tropicales se régénèrent en répondant aux vides créées après l'abattage et il est nécessaire d'utiliser des interventions sylvicoles appropriées favorisant l'obtention de la canopée des espèces sélectionnées (par exemple Bongjoh et Mama, 1999). Ce processus peut être augmenté par la collecte et l'utilisation des semences des arbres récoltés pour la régénération. L'utilisation de graines provenant d'arbres récoltés garantit que les meilleures sources de graines sont utilisées et contribue à la conservation génétique.

Le défi de la plantation de CSI est d'accéder à un approvisionnement en semences génétiquement supérieures puisque les arbres semenciers existants sont continuellement appauvris par l'abattage aveugle ainsi que par d'autres facteurs de déforestation et de dégradation des forêts. En réponse à cet appauvrissement des ressources forestières naturelles, des activités ont été menées au cours des dernières décennies sur la production et l'amélioration du matériel génétique des arbres pour répondre à la demande croissante des propriétaires de plantations publiques et privées. Les pays africains devront procéder à la collecte conjointe de semences d'espèces clés telles que *Khaya* spp., *Entandrophragma* spp., *Terminalia* spp. et *Milicia* pour exploiter la variabilité génétique dans toute la distribution géographique de ces espèces. Comme stratégie par défaut, les zones récoltées doivent toujours être plantées avec des graines récoltées dans la même zone car cela

pourrait fournir des chances plus élevées de réussite de régénération que d'utiliser des graines d'autres endroits qui pourraient avoir des conditions climatiques et écologiques différentes.

AGROFORESTERIE, ARBRES FRUITIERS INDIGENES

La domestication et la commercialisation des arbres fruitiers indigènes (AFI) ont été encouragées dans la plupart des pays africains sous la direction du Centre international pour la recherche en agroforesterie (ICRAF) en partenariat avec des agences gouvernementales, des ONG et des groupes d'agriculteurs. Les programmes visent à promouvoir la domestication et l'amélioration des AFI ayant des potentiels économiques comme nouvelles espèces ou nouvelles cultures et inciter les agriculteurs de subsistance à cultiver de tels arbres qui contribuent à la réduction de la pauvreté, au renforcement de la sécurité alimentaire et nutritionnelle (Awodoyin et al., 2015). Le choix des espèces est aussi diversifié que les régions écologiques de l'Afrique. Les espèces communes aux régions d'Afrique comprennent : *Adansonia digitata*, *Sclerocarya birrea*, *Uapaca kirkiana*, *Ziziphus mauritiana*, *Cola* spp., *Parinari* spp., *Tamarindus indica*, *Allanblackia* spp., *Vitellaria paradoxa*, *Garcinia cola*, *Strychnos* spp. et bien d'autres. Le choix des espèces est très localisé. La domestication des AFI a été réalisée de manière participative dans toutes les régions d'Afrique, et l'implication des agriculteurs dans la sélection des espèces et des semences, arbres fruitiers et de la source a explicitement impliqué la sélection génétique des meilleurs arbres ou provenances suggérant que les semences détenues par des organismes de recherche sont de bonne composition génétique (Tchoundjeu et al., 2006).



**Figure 9 : Des pieds de baobab plantés dans le champ d'un agriculteur près de Ouagadougou, au Burkina-Faso
Photo par Henri Bouda (2005)**

La recherche sur la domestication des arbres fruitiers locaux a commencé récemment grâce à des projets axés sur certaines des espèces indigènes les plus importantes en Afrique. Au cours des dernières années, de nouveaux concepts et approches ont été développés, des études de cas ont été menées et le potentiel et la faisabilité de leur domestication et de leur commercialisation ont été explorés (Akinnifesi et al., 2007 ; Jusu et Cuni-Sanchez, 2016). Les listes d'espèces prioritaires ont été approuvées par des organisations de recherche nationales, régionales et internationales (par exemple, l'ICRAF). Les listes ont été développées en utilisant l'approche décrite par Franzel et al. (1996), qui consistait en une combinaison de données de groupes de discussion, d'observations sur le terrain, d'études de marché et d'exercices de classement pour déterminer les AFI qui ont le plus grand potentiel de domestication et de commercialisation. Les AFI ont jusqu'ici été cultivés autour des fermes comme les arbres d'ombrage et les arbres fertilisants, dans les forêts communautaires sacrées protégées, comme des peuplements sauvages et volontaires dans les fermes, les places de marché, les terres villageoises et les zones forestières.

Tableau 8 : Arbres fruitiers indigènes prioritaires pour la domestication en Afrique subsaharienne.

Espèces	Références
Afrique de l'Ouest (région du Sahel)	
<i>Adansonia digitata; Parkia biglobosa; Tamarindus indica; Vitellaria paradoxa; Ziziphus mauritiana</i>	Raebild et al. (2011)
Afrique du Centre	
<i>Irvingia gabonensis; Dacryodes edulis; Ricinodendron heudelotti; Chrysophyllum albidum; Garcinia cola</i>	Tchoundjeu et al. (2006)
<i>Parinari excelsa; Cola lateritia; Pentaclethra macrophylla; Heritiera utilis; Bussea occidentalis</i>	Jusu et Cuni-Sanchez (2016) - liste pour la Sierra Leone
Afrique de l'Est	
<i>Adansonia digitata; Carissa edulis; Parinari curatellifolia; Sclerocarya birrea; Tamarindus indica; Ziziphus mauritiana; Balanites aegyptica; Berchemia discolor; Borassus aethiopium; Cordeauxia edulis; Strychnos cocculoides; Vangueria madagascariensis</i>	Teklehaimanot (2005)
Afrique australe	
<i>Uapaca kirkiana; Strychnos cocculoides; Parinari curatellifolia; Ziziphus mauritiana; Adansonia digitata; Sclerocarya birrea</i>	Akinnifesi et al. (2006)

Approvisionnement en germoplasme d'espèces d'arbres fruitiers indigènes

Les analyses situationnelles en Afrique ont montré que la collecte de semences et ou de fruits a été limitée pour répondre à la demande d'amélioration des arbres par les organisations internationales (par exemple l'ICRAF) et de conservation par les centres semenciers nationaux. Pour les communautés, la collecte cible les fruits destinés à la consommation ou à la transformation en d'autres produits (par exemple le baobab pour la poudre), *V. paradoxa* pour le beurre de karité plutôt qu'à la collecte de matériel génétique de graines ou d'arbres. Le défi à l'adoption généralisée des AFI est la non-disponibilité de stock de plantation d'espèces hautement prioritaires de haute qualité. Caradang et al. (2007) ont observé que l'activité des AFI est limitée par la disponibilité du matériel végétal, la distance aux sources de semences et fruits (souvent éloignée car les arbres proches des villages sont récoltés en premier), l'absence de techniques de propagation et le manque de sensibilisation des agriculteurs. Dans de nombreuses régions d'Afrique, des arbres fruitiers exotiques sont déployés en tant que matériel de plantation amélioré sous forme de plants en pot. Cette tradition pourrait donner des lignes directrices pour le développement futur des AFI. Le déploiement de matériel greffé amélioré pourrait offrir une solution à la disponibilité limitée et améliorer l'adoption de la domestication. L'adoption répandue des AFI est lente et il est nécessaire de changer les stratégies de recherche et de déploiement ainsi que les attitudes de dépendance de la communauté et des ménages vis-à-vis des sources sauvages d'AFI pour s'engager dans des processus de domestication.

Le matériel génétique des arbres pour la plupart des espèces est encore rare, les centres nationaux de semences d'arbres n'étant toujours pas en mesure de fournir des semences. Quelques pépinières ont signalé l'approvisionnement en semences d'AFI. Un petit nombre d'espèces d'AFI sont à peine cultivées délibérément par les fermiers, qui dépendaient la plupart du temps des sauvageons rencontrés lors du repiquage et de la régénération de leurs arbres fruitiers locaux choisis. La connaissance et le savoir-faire techniques en matière de propagation et de gestion des pépinières des AFI sont plus ou moins médiocres et il est nécessaire d'identifier de nouvelles technologies pour promouvoir la propagation des espèces prioritaires. Contrairement à d'autres espèces, les AFI nécessitent une multiplication végétative (greffage, stratification aérienne, marcottage) pour accélérer la fructification, comme pour *Ziziphus mauritania* (Kalinganire et Koné, 2010). Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour étendre les connaissances à d'autres espèces utiles dans la région. Les plantules plutôt que les semences pourraient être le meilleur moyen de déployer des stocks améliorés des AFI pour les agriculteurs. Une multiplication végétative efficace basée sur de simples techniques horticoles s'est révélée possible pour la plupart des espèces d'AFI (Tchoundjeu et al., 1998).

ESPECES D'AGROFORESTERIE ET A BUTS MULTIPLES (MPT) PLANTEES EN AFRIQUE

Les espèces à buts multiples (MPT) et les espèces agroforestières ont une histoire assez récente dans la région. Le Centre international pour la recherche en agroforesterie (ICRAF) basé à Nairobi, au Kenya, avec des bureaux régionaux et nationaux dans certains pays africains, a été le fer de lance de la recherche sur les MPT. La plupart des espèces utilisées en agroforesterie sont des espèces de légumineuses exotiques et les principales comprennent *Acacia crassicapa*, *Azadirachta indica*, *Calliandra calothyrsus*, *Glyricidia spp.*, *Leucaena leucocephala*, *Senna siamea*, *Sesbania sesban* et *Tephrosia vogelii* pour les régions Est et Sud-africains. Pour l'Ouest et le Centre Africain, les espèces communes comprennent *Acacia auriculiformis*, *Albizia lebbek*, *Flemingia congesta*, *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala* et *Piliostigma malarborium*. Un large éventail d'espèces indigènes sont également cultivées dans les systèmes agroforestiers et les espèces dépendent de la région. L'espèce la plus communément mentionnée est *Faidherbia albida* (*Acacia albida*) qui a été collectée dans toute son aire géographique en Afrique et testée sur de nombreux sites. Progressivement, l'espèce devient l'espèce par défaut pour la plantation dans les systèmes agricoles des régions subtropicales d'Afrique. L'ICRAF a dirigé les programmes d'amélioration des arbres d'espèces sélectionnées et la plupart des résultats de la recherche sont ciblés sur les régions densément peuplées d'Afrique de l'Est, d'Afrique du Sud et d'Afrique de l'Ouest et du Centre.

Production et approvisionnement en semences pour les MPT

La production de semences de nombreux MPT est encore très informelle. Il y a beaucoup de matériel génétique de la région qui est déployé chez les agriculteurs. La plupart des Centres Nationaux de Semences Forestières (NTSC), à l'exception du Malawi, ont déclaré n'avoir pas collecté, ni distribué de graines d'espèces agroforestière. La perception de la plupart des centres semenciers est que la mise en place d'une stratégie de collecte de semences agroforestières est difficile et peut être coûteuse puisque les priorités pour les utilisateurs finaux changent constamment. Le fait que la majeure partie de la demande de ces espèces soit motivée par des projets de donateurs crée un niveau d'incertitude, et les départements des forêts tendent à favoriser la recherche à long terme financée par l'allocation budgétaire du gouvernement. Dans les pays où la demande est forte (Malawi), l'industrie semencière a attiré plusieurs acteurs et il n'y a pas de contrôle ou de capacité pour contrôler la qualité des semences. Il est nécessaire d'établir des normes et d'améliorer la capacité du gouvernement à surveiller la qualité des semences. La durabilité de la plantation d'espèces agroforestières au-delà du mandat et de la participation des

organisations internationales doit être évaluée, car la perception selon laquelle les activités sont dictées par les donateurs est assez commune et cohérente.

La production de graines de nombreuses espèces agroforestières est encore très informelle. L'ICRAF a dirigé les programmes d'amélioration d'espèces d'arbres sélectionnées et la plupart des résultats de la recherche sont ciblés sur les régions densément peuplées d'Afrique de l'Est, d'Afrique du Sud et d'Afrique de l'Ouest et du Centre. Des problèmes ont été signalés dans la chaîne d'approvisionnement du matériel génétique agroforestier, les semences étant toujours collectées par les agriculteurs et, dans de rares cas, des essais d'introduction, des jardins potagers, des parcelles de démonstration et des essais intensifs par les centres nationaux de semences forestières. Certains essais ont cependant été abandonnés après la fin des projets financés par les donateurs. Les agriculteurs locaux collectent des graines à partir de leurs propres plantations et les partagent entre eux. Les agriculteurs préfèrent récolter des arbres sur leurs terres agricoles afin de minimiser les coûts de collecte. Cette stratégie, bien que prudente, ne garantit pas la qualité génétique et physiologique du matériel génétique.

Le déploiement de semences a été signalé à travers trois canaux, à savoir : gouvernement central par le biais des Centres Nationaux des Semences d'Arbres (NCTS), des ONG par le biais de projets financés par des donateurs et des échanges entre agriculteurs. Les praticiens du développement national et les agriculteurs ont toujours l'impression que l'agroforesterie est un processus dirigé par les donateurs, ce qui annule les initiatives locales et peut constituer un obstacle à l'adoption des technologies agroforestières. Dans certains pays, comme la Zambie, il a été indiqué une planification stratégique à long terme pour améliorer les essences agroforestières, et l'approvisionnement en ressources génétiques est difficile en raison de l'évolution des priorités, de l'évolution des produits finaux et des utilisations à court terme.

CHAPITRE 3 Menaces sur le germoplasme des arbres en Afrique – maladies, ravageurs et changement climatique

Les ressources génétiques de l'eucalyptus en Afrique sont menacées par les ravageurs, notamment le chalcide bleu (*Leptocybe invasa*), la psyllide à gomme rouge (*Glycapsis brimblecombei*) et les termites signalés en Afrique de l'Ouest (Bosu, 2016), en Afrique de l'Est (Gichora, 2016) et en Afrique australe (Kojwang, 2016). Ces parasites ont provoqué une augmentation du pourcentage des déformations d'arbres ainsi que les taux de mortalité. Des maladies ont également été signalées chez *Pinus* spp., *Cupressus* spp. et *Acacia* spp. Les plantules de *P. patula* ont montré une sensibilité au chancre de Pitch causé par *Fusarium circinatum* (Couitinho et al., 2007). L'industrie forestière en Afrique australe s'inquiète de la mortalité post-semis sévère de *Pinus patula* associée à *F. circinatum* et de nombreux programmes de sélection d'arbres cherchent à contrôler la maladie par la sélection des arbres (ICFR, Afrique du Sud, 2014, Gapare, communication personnelle, 2016). La rouille fongique causée par *Uromycladium* a été signalée sur *A. mearnsii* et cause la mort subite de l'espèce en Afrique du Sud (McTaggart et al., 2015).

En Afrique de l'Ouest et du Centre, de nombreuses maladies et ravageurs ont également été signalés sur des espèces endogènes (par exemple, Bosu, 2016). Des stratégies intégrées de lutte contre les ravageurs et les maladies ont été mises en œuvre, et des appels constants ont été lancés en vue d'inclure la sélection des arbres pour la gestion des maladies et ravageurs. Cela impliquerait l'introduction de sources de semences résistantes (provenances) dans les pools génétiques actuels et l'introduction d'hybrides à forte résistance. Cela obligerait les pays africains à accroître leurs investissements dans la recherche et le développement forestiers, ainsi que dans l'acquisition et l'évaluation du germoplasme des arbres.

Les menaces des maladies et ravageurs sur les ressources génétiques forestières ont été liées au changement climatique, mais les impacts des événements climatiques restent mal appréhendés, bien qu'il existe des preuves solides de problèmes de parasites dans certaines situations (Sturrock et al., 2011). Tout lien nécessiterait un accent sur la gestion de la santé des forêts et l'adaptation des stratégies pour faire face à l'évolution des conditions climatiques.

Les ravageurs des espèces d'*Eucalyptus* ont été liés au déplacement des personnes à travers les frontières et à l'importation de matériels végétaux, par exemple des clones

d'eucalyptus provenant d'Afrique du Sud vers d'autres pays (Kojwang, 2016). Compte tenu de l'augmentation spectaculaire du mouvement des ravageurs à l'échelle mondiale (Liebhold et al., 2012 ; Santini et al., 2013), l'état sanitaire des forêts constituera une contrainte de plus en plus importante pour la productivité forestière. L'investissement dans la recherche sur la santé des forêts est significatif à l'échelle mondiale et des organisations telles que l'IUFRO (www.iufro.org) coordonnent des initiatives mondiales majeures sur la santé des forêts, y compris, par exemple, des groupes de travail nouvellement créés sur ces sujets (Koskela et al., 2010). La sélection d'arbres à travers l'évaluation des sources de semences résistantes et la création d'hybrides présentant une résistance génétique, pourrait faire partie des stratégies de gestion intégrée plus larges pouvant minimiser les pertes enregistrées. L'analyse des problèmes des maladies et ravageurs des arbres et forêts en Afrique et de la littérature connexe montre que ceux-ci donnent lieu à des pertes croissantes dans les plantations forestières.

CHAPITRE 4 Centres nationaux de semences forestières (NTSC)

La production de semences des espèces d'arbres varie d'une année à l'autre et suivant les différentes zones de production de semences. Afin de maximiser les économies d'échelle, il est nécessaire d'avoir la capacité de stocker des semences pendant de longues périodes pour répondre à la demande future. Dans la plupart des pays d'Afrique, des centres semenciers ont été créés grâce à un soutien national et international et il existe un réseau de Centres Nationaux de Semences d'arbres (NTSC). Les centres semenciers constituent le pont par lequel les utilisateurs accèdent au germoplasme de haute qualité. Par exemple, en Afrique australe, le Réseau des centres de semences d'arbres de la SADC a été financé par l'Agence Canadienne de Développement International (CIDA) et des centres semenciers ont été établis dans les 11 pays de la région. En Afrique de l'Est, DANIDA et NORAD ont soutenu la création d'un centre semencier en Tanzanie et en Ouganda. La création du Centre de Semences Forestières du Rwanda a été soutenue par le Centre australien de semences forestières (ATSC) avec l'ICRAF soutenant et promouvant les technologies agroforestières dans le pays. Par ailleurs, le centre semencier du Kenya a été financé par l'Agence allemande de coopération technique (GTZ). En Afrique de l'Ouest, le Centre National des Semences Forestières (PRONASEF) du Burkina Faso et du Sénégal a été financé par le Jardin Botanique Royal de Kew (UK), le Ministère de la Région Wallonne, la Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement (Belgique), le Plant Resources of Tropical Africa (PROTA) Network Office Europe (Netherlands) et le Centre de Semences Forestières du DANIDA (Danemark) (Henri Bouda, communication personnelle, 2016).

DEFIS DES NTSC

La plupart des NTSC étaient destinés à être des installations de haute qualité ayant le potentiel de jouer un rôle de premier plan dans un programme d'amélioration des arbres et de soutenir le déploiement de semences et de matériel de plantation pour les programmes de plantation d'arbres. Le statut opérationnel du centre semencier varie d'un pays à l'autre, mais les pays dotés de centres de semences fonctionnels entièrement équipés affichent des taux systématiquement élevés de plantation d'arbres, par exemple Burkina Faso, Kenya, Nigéria, Rwanda, Afrique du Sud, Tanzanie, Ouganda et Zimbabwe.

Les NTSC ont été conçus pour fournir des semences aux industries de plantations, mais ils ont également lutté pour répondre à la demande des petits exploitants en ce qui concerne la fourniture de semences et de plantules d'arbres. Cela est dû au fait que les petits agriculteurs sont souvent très dispersés et n'ont besoin que de petits volumes d'espèces d'arbres, ce qui rend leur accès coûteux. Des modèles plus décentralisés de fourniture de

germoplasme d'arbres, soutenus par de nombreux donateurs et réalisés par des ONGs, ne semblent pas avoir amélioré la situation générale des petits agriculteurs, en raison d'une série de facteurs, notamment le calendrier restreint des projets, le manque d'attention à la promotion de matériel de haute qualité et l'insuffisance des connaissances techniques sur la manipulation du germoplasme des arbres (Lillesø et al., 2011).

Dans d'autres pays, les centres semenciers sont confrontés à la concurrence du secteur privé et au manque de soutien du gouvernement. Dans des pays comme l'Afrique du Sud et le Mozambique, le secteur privé a pris la tête du développement et du déploiement de semences pour des espèces commerciales et pour son propre usage avec des produits spécifiques (par exemple, fibre en Afrique du Sud, sciage et poteaux au Mozambique). Cela signifie que bien que les semences soient disponibles pour la plantation commerciale, d'autres programmes de plantation tels que les îlots boisés communautaires et les efforts de restauration environnementale seront confrontés à une pénurie de semences (par exemple en Afrique du Sud).

La plupart des centres semenciers ont signalé un déclin du financement de la recherche, en particulier la sélection des arbres, ce qui a entraîné une perte de capacité à faire progresser les programmes de sélection afin d'obtenir un stock supérieur de plantation. Dans de nombreux pays, les centres de semences d'arbres ne répondent pas à la demande. Par exemple en Tanzanie, la demande est de 40 tonnes de semences mais le NTSC ne peut fournir que 12 tonnes, le Kenya en a besoin jusqu'à 30 tonnes mais l'offre est de 7 tonnes, l'Ouganda demande 30 tonnes contre une offre de 15 tonnes. Dans d'autres pays, tels que le Malawi, la Zambie et le Zimbabwe, la plupart des vergers à graines de pin sont vieux et ont perdu leur vigueur pour produire de grandes quantités de semences.

Au Zimbabwe, certains vergers à graines d'eucalyptus ont été illégalement exploités. Le centre semencier du Mozambique a été transféré au Département de l'agriculture (*Instituto de Investigacao Agraria de Moçambique*), ce qui a fait perdre au centre semencier sa visibilité et sa capacité à donner la priorité au déploiement des semences d'arbres. Dans d'autres pays, tels que l'Afrique du Sud, les fonctions du centre semencier ont été privatisées et la plupart des entreprises privées telles que SAPPI fournissent leurs propres semences et vendent les excédents. Cependant, les semences pour les espèces non commerciales ne sont pas facilement disponibles car les entreprises privées se concentrent sur les espèces commerciales.

En Afrique de l'Ouest et du Centre, la plupart des espèces de feuillus tropicaux produisent des graines récalcitrantes (c'est-à-dire perdent leur viabilité après une courte période de temps et sont difficiles à stocker). Dans de telles circonstances, l'approvisionnement en semences devient une contrainte critique. La situation est encore exacerbée par le fait que les arbres commerciaux de bon phénotype sont ciblés pendant la récolte et la constitution génétique pourrait être érodée. La plupart des espèces sont multipliées en utilisant des boutures végétatives, mais cette technologie est coûteuse pour la plupart des pays, et les

pépinières ont du mal à satisfaire la demande. Cela suggérerait une forte collaboration entre les centres semenciers et les pépinières pour répondre à la demande de matériel de plantation de bonne qualité.

Tous les centres de semences ont signalé un manque d'investissement dans de nouveaux équipements pour la collecte, le stockage et l'analyse des semences. Comme mentionné précédemment, la plupart des centres semenciers ont été créés avec le soutien des donateurs dans l'espoir qu'ils deviendraient durables. La baisse des investissements dans la recherche forestière a empêché les centres semenciers de reconstituer leurs stocks. Le stockage des semences dans certains pays, par exemple en Zambie est pratiquement inexistant, et au Zimbabwe, les fréquentes coupures de courant ont endommagé les installations de stockage à froid, avec de grandes quantités de semences qui ont perdu leur viabilité. Le test de la qualité des semences (pureté et viabilité) suit les normes internationales établies par l'ISTA mais il est limité aux espèces commerciales. Le programme TSC du Zimbabwe et de SAPPI Seed Technology utilisent le concept du kilogramme effectif lorsque les semences sont vendues en fonction de leur capacité de germination et non de leur poids. Par exemple, SAPPI vend des graines de pin et d'eucalyptus à 0,10 ZAR (semences sélectionnées), 0,3 ZAR (semences sélectionnées), 0,17 ZAR (semences d'élite) et 0,02 ZAR pour les graines d'*Acacia*.

MODELES DE DEPLOIEMENT DE GERMOPLASME

Les voies de déploiement des semences varient d'un pays à l'autre et dépendent également de l'espèce. Les voies suivantes sont communes :

- ▶ le modèle gouvernemental - Centre national de semences d'arbres ;
- ▶ le modèle de l'ONG ;
- ▶ le modèle décentralisé informel ;
- ▶ le secteur privé ; et
- ▶ les pépinières.

La plupart des pays ayant des NTSC utilisent le modèle gouvernemental, où la recherche sur la sélection des arbres et la production de semences d'arbres est menée par les institutions nationales. Des zones de production de semences sont établies dans différentes régions écologiques afin de maximiser la production de semences. Les semences sont collectées et stockées dans un lieu central pour être distribuées ultérieurement à des projets de plantation d'arbres ou pour être exportées vers des marchés internationaux. Ce modèle assure un bon contrôle des paramètres génétiques et physiologiques. Le modèle gouvernemental permet de mieux prévoir la demande de semences grâce à l'accès aux statistiques forestières nationales. Ce modèle a été financé par les donateurs et a bien

fonctionné dans de nombreux pays, bien que des études récentes d'Avana-Tientcheu (2016), Marunda (2016) et Msanga (2016) ont montré que la plupart des NTSC ont du mal à répondre à la demande.

Le modèle des ONGs a été appliqué principalement à l'agroforesterie et aux espèces endogènes, en particulier les arbres fruitiers. L'ICRAF a été à l'avant-garde en fournissant du matériel génétique aux agriculteurs. En collaboration avec ses partenaires en Afrique, il a fait la promotion des approches participatives de domestication des arbres afin de mieux partager les avantages au niveau local et d'exploiter les espèces d'arbres importantes aussi bien aux niveaux local que régional. La plupart des graines proviennent des essais génétiques, de pays d'origine ou de champs des agriculteurs. Un certain nombre d'ONGs ont plaidé en faveur de projets de plantation d'arbres dans de nombreux pays d'Afrique et ont fourni des semences aux communautés rurales. Le modèle gouvernemental met l'accent sur les espèces commerciales (pins et eucalyptus), créant ainsi un vide sur l'offre d'autres espèces. Le modèle des ONGs est efficace car il s'adresse aux petits producteurs défavorisés et géographiquement dispersés.

Le modèle décentralisé informel implique des agriculteurs individuels échangeant des semences entre eux. Traditionnellement, les agriculteurs échangeaient des semences de cultures depuis de nombreuses générations. De nombreux arbres fruitiers ont été introduits à travers ce modèle. Il est difficile de quantifier le niveau des échanges de semences d'arbres actuellement en cours. Il a été rapporté au Kenya, par exemple, que les fermiers recueillent et échangent des graines des arbres clonaux d'eucalyptus ayant pour résultat une croissance réduite (Cheibowo, communication personnelle, 2016). Cela nécessite de sensibiliser à l'importance de la qualité génétique et à un système national de contrôle de l'accès et de l'utilisation de ces ressources génétiques.

Dans les pays ayant de grandes entreprises forestières privées (par exemple en Afrique du Sud), le germoplasme des arbres est produit et distribué par des entreprises privées. Par exemple, SAPPI dispose d'un programme de technologie des semences qui s'engage à fournir des semences d'arbres génétiquement améliorées et de haute qualité. SAPPI fournit la plupart des pins commerciaux (*P. elliotii*, *P. patula*, *P. taeda*, *P. caribaea*, *P. greggii*, *P. kesiya* et *P. tecunumanii*) et des espèces d'eucalyptus (*E. dunnii*, *E. grandis*, *E. macarthurii*, *E. nitens*, *E. smithii*, *E. badjensis*, *E. benthamii*, *E. dorigoensis*, *E. pellita*, *E. saligna*, *E. urophylla* et *E. viminalis*). La graine est principalement utilisée par l'entreprise et l'excédent est vendu à d'autres clients. Le modèle privé garantit l'approvisionnement en semences mais se limite souvent à quelques espèces commerciales. En Afrique du Sud, le Département de l'Agriculture, des Forêts et des Pêches (DAFF) a fait état de pénuries de semences d'autres espèces non commerciales pour des projets communautaires de plantation d'arbres (Modise, communication personnelle, 2014).

Les pépinières deviennent de plus en plus une voie de distribution du germoplasme des arbres. Un certain nombre d'entreprises privées sous-traitent des pépinières pour produire

des plantules des espèces commerciales. Certains AFI sont maintenant greffés (par exemple *Z. mauritiana*) et le germoplasme d'arbre est échangé en tant que matériel greffé. Le modèle de pépinière deviendra une voie importante pour la distribution d'espèces de grande valeur difficiles à cultiver à partir de graines. Cependant, la capacité technique et financière des pépiniéristes doit être renforcée sur des aspects tels que la sélection des sources de semences, la collecte, la manipulation, le traitement et le test des semences d'espèces exotiques, endogènes et agroforestières de grande valeur.

CHAPITRE 5 Documentation, réglementation et accords sur le germoplasme

Une partie essentielle de la production et de la distribution du germoplasme est la documentation, les réglementations et les accords nationaux et internationaux relatifs au mouvement des semences. En raison de la longue durée de la croissance des arbres, les registres de l'origine des graines et du statut génétique sont importants. Des examens de l'amélioration des arbres et de l'approvisionnement en germoplasme des arbres en Afrique ont montré que la plupart des pays possèdent des registres des sources de semences et des essais génétiques. Cette information est importante lors de la prise de décisions sur l'appariement des sites et des espèces.

Le germoplasme des arbres pour la plupart des espèces commerciales (pins et eucalyptus) dans les pays ayant mis en place des programmes d'amélioration des arbres a une forme de classification basée sur le niveau d'amélioration génétique. Les principales catégories de semences comprennent : les vergers à graines identifiés, sélectionnés, les vergers à graines non testés, et les vergers à graines testés. La plupart des pays sont membres de l'Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OCDE) et suivent les règlements internationaux pour la production de semences de haute qualité, bien que la plupart des pays appliquent les règles uniquement aux semences de cultures. Quelques pays, tels que le Burkina Faso, l'Éthiopie, le Rwanda, le Kenya, la Tanzanie et le Madagascar, suivent le système de certification des semences et plantes forestières de l'OCDE. D'autres pays, comme l'Afrique du Sud et le Zimbabwe, ont des catégories de semences basées sur la génération de sélection et selon que le matériel est hybride ou clonal.

Les règles de l'Association Internationale de Test des Semences (ISTA) ne sont pas appliquées pour tester la pureté et la viabilité des semences, mais les centres semenciers établis au Burkina Faso, en Tanzanie et au Zimbabwe appliquent les règles de l'ISTA à quelques espèces commerciales (pins et eucalyptus), en particulier sur les semences vendues à de grandes entreprises forestières et pour l'exportation. Lors de l'exportation de semences, la plupart des pays adhèrent aux réglementations phytosanitaires et aux exigences des pays importateurs.

Le Protocole de Nagoya sur les activités de recherche et de développement du secteur forestier adopté par la Convention sur la Diversité Biologique en 2014 pourrait avoir des implications sur l'échange de lots de semences de recherche car les fournisseurs de germoplasme pourraient restreindre l'accès et le mouvement entre pays et fournisseurs

(Koskela et al., 2014). Cela pourrait augmenter le coût d'importation des semences pour la recherche. Les pays africains pourraient vouloir créer une plate-forme pour contrôler, améliorer et soutenir le mouvement et l'utilisation du germoplasme des arbres pour la recherche à travers une approche commune de groupage.

CHAPITRE 6 Principales recommandations

POLITIQUES SUR LE BOISEMENT ET LE REBOISEMENT

Il y a de nouveaux appels pour augmenter les taux de plantation d'arbres en Afrique afin d'assurer l'approvisionnement futur en bois, d'augmenter l'offre de produits forestiers non ligneux et de fournir des services environnementaux tels que l'atténuation du changement climatique et la restauration des sites dégradés. Les statistiques sur les plantations forestières ne sont pas fiables dans plusieurs pays en raison du manque d'inventaires, des incendies fréquents et du manque d'entretien et/ou du défrichement incontrôlé (par exemple Guinée, Ghana, Libéria, Soudan du Sud et Tchad). Les agences et départements forestiers doivent suivre les changements de politiques et collecter des statistiques forestières afin de planifier le choix futur des espèces et des quantités de semences.

IDENTIFICATION DES ESPECES PRIORITAIRES POUR L'ACTION

Des précédents pour les espèces prioritaires à inclure dans les programmes de plantation d'arbres ont été établis dans toutes les régions d'Afrique (Tableau 9). Des listes d'espèces ont été testées et essayées dans la plupart des pays africains.

Des programmes d'amélioration des arbres ont été lancés et des tentatives de production de matériel génétique de bonne qualité ont été observées mais avec des résultats différents. Certains pays ont choisi de dépendre de semences provenant d'autres pays, établissant ainsi une base pour les transactions d'importation et d'exportation de semences. Toute gestion régionale de l'amélioration des arbres et du germoplasme des arbres est mieux appréhendée en utilisant une approche par espèce. Compte tenu du nombre élevé d'espèces forestières présentes dans chaque pays, il est impossible de développer des activités de recherche ou des programmes pour tous. Les espèces prioritaires devraient être identifiées aux niveaux régional, national et infranational, et ces espèces prioritaires devraient être partagées dans les fora régionaux et internationaux existants afin de mieux cibler et d'utiliser plus efficacement les ressources.

Il est donc nécessaire de mettre à jour régulièrement les listes d'espèces prioritaires aux niveaux national et régional et de fournir un soutien international pour l'élaboration de lignes directrices pour la priorisation des espèces et pour l'identification des domaines de recherche prioritaires. Sur la base des analyses de la situation dans les quatre régions d'Afrique (Afrique centrale, occidentale, orientale et australe), la plupart des pays ont une

grande diversité d'espèces partagées entre régions et pays, offrant des possibilités de recherche conjointe et de mise en commun des ressources génétiques pour enrichir les pools existants. Sur la base des analyses régionales, les listes d'espèces prioritaires du tableau 9 sont recommandées pour les activités de recherche à l'échelle régionale ou panafricaine. De toute évidence, les listes devront être affinées grâce à des avis d'experts collectifs issus des revues de la littérature et des expériences directes de chacun des pays.

Tableau 9 : Arbres fruitiers indigènes prioritaires pour la domestication en Afrique Sub-Saharienne

Espèces	Régions potentielles
Eucalyptus	
<i>E. camaldulensis</i>	AC, AE, AA, AO
<i>E. grandis</i>	AC, AE, AA, AO
<i>E. tereticornis</i>	AC, AE, AA, AO
Hybrides interspécifiques (GxU, GxC)	AA, AC, AO
Pins	
<i>P. caribaea</i>	AC, AE, AA, AO
<i>P. maximinoi</i>	AA, AE
<i>P. oocarpa</i>	AC, AE, AA, AO
<i>P. tecunumanii</i>	AA, AE
Hybrides interspécifiques	AA
Acacia spp. commerciales	
<i>A. senegal</i>	AC, AO, AE, AA
<i>A. mernsii</i>	AE, AA
<i>Acacia seyal</i>	AC, AO, AE, AA
<i>Acacia mangium</i>	AC, AO
Arbres fruitiers indigènes	
<i>Ziziphus mauritiana</i>	AC, AO, AE
<i>Adonsonia digitata</i>	AC, AE, AA, AO
<i>Cola</i> spp	AC, AO
<i>Uapaca kirkiana</i>	AA, AE
<i>Vitellaria paradoxa</i>	AO
<i>Strychnos</i> spp	AE, AC

Espèces	Régions potentielles
<i>Parkia biglobosa</i>	AO, AE
Espèces agroforestières	
<i>Acacia auriculiformis</i>	AC, AE, AA, AO
<i>Grevillia robusta</i>	AE, AC
<i>Gliricidia sepium</i>	AC, AE, AA, AO
<i>Calliandra calothyrsus</i>	AC, AE, AA, AO
<i>Cassia siamea</i>	AC, AE, AA, AO
<i>Faidherbia albida</i>	AO, AE, AA
Espèces indigènes commerciales	
<i>Milicia excelsa</i>	AC, AE, AA, AO
<i>Entandrophragma spp.</i>	AC, AE, AA, AO
<i>Khaya spp.</i>	AC, AE, AA, AO
<i>Pterocarpus spp.</i>	AC, AE, AA, AO
<i>Triplochiton scleroxylon</i>	AC, AO
Autres	
<i>Tectona grandis</i>	AC, AO, AE
<i>Hevea brasiliensis</i>	AC, AO
<i>Gmelina arborea</i>	AC, AA, AA, AO

NB : AC = Afrique Centrale, AO = Afrique de l'Ouest, AE = Afrique de l'Est et AA = Afrique australe

DEVELOPPEMENT DES RESSOURCES GENETIQUES FORESTIERES

L'état de l'amélioration des arbres dans le secteur des plantations en Afrique varie, avec l'Afrique du Sud ayant des programmes très sophistiqués. Les investissements dans la sélection des arbres au Zimbabwe ont diminué au fil des ans, et il existe des programmes naissants et en croissance au Rwanda et en Ouganda. Dans la plupart des autres pays, il n'y a pas eu d'investissement significatif dans l'amélioration des arbres depuis des décennies et il n'y a pas de personnel correctement formé. Les ressources génétiques de la plupart des pays (essais d'espèces et de provenances, banques de clones) ont été endommagées par des années de négligence et une documentation inadéquate des espèces. Cela a entraîné des ressources mal connues, non testées et non sécurisées. La dégradation continue des ressources génétiques dans les plantations africaines est

révélatrice d'un manque de planification pour l'avenir et a laissé le secteur forestier dépendant de l'importation de semences de l'étranger (par exemple au Malawi et au Mozambique). Il est nécessaire que l'Afrique investisse davantage dans des stratégies de sélection et de déploiement des arbres qui devraient être développées en parallèle pour garantir que l'amélioration génétique puisse être réalisée de manière rentable. Pour de nombreuses espèces commerciales, des semences peuvent être disponibles auprès du secteur privé, bien que certaines entreprises privées produisent spécifiquement des arbres pour des produits finis spécifiques (par exemple des fibres en Afrique du Sud) qui ne conviennent pas à d'autres fins (par exemple pour le sciage) et condition de sites.

DOCUMENTATION DES RESSOURCES GENETIQUES FORESTIERES

La plupart des pays introduisent depuis longtemps des espèces exotiques (principalement les eucalyptus, les pins, les acacias, *T. grandis* et *Gmelina arborea*) pour les plantations forestières et de nombreuses autres espèces exotiques (principalement des légumineuses) pour le développement de l'agroforesterie. De nombreux essais d'espèces et de provenances ont été établis et contiennent d'immenses données et informations sur la croissance des espèces, la variabilité de la provenance et la productivité. Les populations locales des espèces introduites sont les principales sources de semences (par exemple, *Tectona* et *Gmelina*) et la diversité génétique peut être inconnue. Il est donc primordial que le matériel génétique soit testé dans des essais et protégé contre la dépression due à la consanguinité et la vulnérabilité croissante aux ravageurs et aux maladies. Les données devraient systématiquement être collectées et analysées pour fournir les informations nécessaires à la prise de décisions à long terme sur la sélection des espèces, le développement et le déploiement du germoplasme. La documentation et la synthèse des résultats de recherche sont les clés de la réussite de la sélection des arbres et du déploiement du germoplasme des arbres.

DEPLOIEMENT DES RESSOURCES GENETIQUES FORESTIERES

Des centres de semences ont été établis dans de nombreux pays d'Afrique, par exemple le Réseau des centres semenciers de la SADC financé en partie par des organisations nationales et internationales. Ces centres de semences ont sensibilisé le public sur la nécessité d'avoir des plants de bonne qualité pour des programmes de plantation d'arbres réussis. Les pays dotés de centres semenciers fonctionnels ont systématiquement montré de bons résultats en matière de plantation d'arbres. Cependant, la plupart des pays ont négligé leurs centres semenciers après la fin des projets financés par les donateurs. Il est nécessaire de mettre les centres semenciers sur une base technique, financière et institutionnelle solide pour assurer leur durabilité. Ceci est réalisé en faisant des centres de

semences des ponts clés entre l'amélioration des arbres et les planteurs d'arbres. Cela nécessiterait des investissements en personnel, en équipement et en savoir-faire technique sur le rôle des centres semenciers dans les programmes de reboisement et de boisement.

ENRICHISSEMENT DES RESSOURCES GENETIQUES FORESTIERES

De nombreux pays d'Afrique ont commencé à importer des espèces exotiques à la fin des années 1800 et au début des années 1900. Ces premières introductions formaient la base des plantations forestières telles que nous les connaissons aujourd'hui. De nombreuses espèces ont été introduites, testées, améliorées, hybridées sur la base du stock actuel de plantation. Au fil des années, il a été signalé que la vigueur de croissance de certaines espèces était réduite. Certains commencent à succomber à la pression des maladies et des ravageurs, par ex. *E. camaldulensis*, *E. grandis* et *E. tereticornis* en Afrique australe sont menacées par des insectes nuisibles tels que les punaises du bronze, les chalcides de gomme bleue (*Leptocybe invasa*) et les psyllides de gomme rouge (*Glycarpis brimblecombei*); *Pinus patula* en Afrique australe est attaqué par *Fusarium circinatum*. Compte tenu des augmentations spectaculaires des mouvements de ravageurs à l'échelle mondiale, largement attribuables à des facteurs anthropiques, la menace pesant sur le germoplasme constituera une contrainte de plus en plus importante pour la productivité forestière et l'application de techniques modernes de reproduction et autres. Les programmes d'amélioration des arbres pourraient devoir importer de nouvelles espèces pour atténuer les menaces causées par les ravageurs et les maladies grâce à des accords de collecte et d'importation de semences avec des institutions telles que le centre l'Eucalyptus, le CAMCORE pour le pin et le Teak Network pour le *T. grandis*.

COMPRENDRE L'ECOLOGIE ET LA REGENERATION DES ESPECES COMMERCIALES INDIGENES

La disponibilité de semences commerciales pour les espèces indigènes est très limitée. Peu de recherches ont été effectuées sur la variabilité génétique des espèces. Les graines sont récoltées dans des peuplements naturels. Il est nécessaire de faire davantage de recherches sur l'utilisation des graines récoltées sur les arbres abattus dans la régénération des forêts tropicales. Cela nécessiterait une connaissance des processus écologiques et régénératifs de l'espèce (par exemple, recrutement de jeunes plants dans des trouées forestières). La demande en semences d'essences indigènes augmentera considérablement en Afrique en raison d'un nouvel intérêt pour la plantation de ces espèces et de leur potentiel à fournir du bois d'œuvre de haute qualité et des PFNL sur une période relativement courte. Cela offre des opportunités de revenu aux agriculteurs pour occuper une niche de marché non occupée par les grandes entreprises forestières, qui se

concentrent traditionnellement sur la culture d'essences exotiques pour les sciages et le bois à pâte.

MODE DE FLORAISON ET DE PRODUCTION DE GRAINES

Un certain nombre d'espèces ont été signalées comme étant des producteurs timides de graines. Il s'agit notamment de *E. nitens* en Afrique du Sud, de *G. robusta* au Kenya, de *P. maximinoi* et de *P. tecunumanii* au Malawi, au Mozambique et au Zimbabwe; *P. oocarpa* et *P. caribaea* au Mozambique, et *Tectona grandis* en Afrique de l'Ouest. Pour comprendre les modes de floraison et de production de graines de certaines de ces espèces, il serait nécessaire d'observer le comportement de l'espèce sur des sites particuliers et des positions paysagères dans toute la gamme des sites de plantation dans les sous-régions et de recommander des zones de production. Cela peut obliger les pays à s'engager dans des zones de production transfrontières conjointes de semences et dans des programmes d'intérêt mutuel.

FORESTERIE CLONALE

Des hybrides interspécifiques de pins (Afrique du Sud), d'eucalyptus (Ouganda, Mozambique, Angola, RDC, Congo, Afrique du Sud) et de *T. grandis* (Nigéria, Ghana, Soudan, Ouganda) sont maintenant largement plantés. D'autres pays ont essayé d'importer des clones pour tester et ensuite déployer rapidement le matériel de plantation dans des plantations, ce qui semblerait être un moyen moins coûteux et plus rapide d'augmenter la productivité forestière comparé au long processus d'introduction et de test des espèces et des provenances. La foresterie clonale peut être sujette à l'échec si les clones ne sont pas entièrement testés dans les nouveaux environnements, à l'exposition à de nouveaux ravageurs et maladies et aux conditions climatiques changeantes. Au Kenya, en Tanzanie et en Ouganda, les clones d'eucalyptus sont encouragés grâce au programme de biotechnologie arboricole financé par le GCF, et les arbres mères (ramets) doivent être conservés dans des stands de conservation des ressources afin de ne pas perdre les matériaux originaux. Certains pays ont signalé des échecs de plantations clonales (Zambie et Zimbabwe). La culture de clones hybrides peut ne pas être un choix optimal pour établir des plantations dans les pays pauvres (contrairement à l'Afrique du Sud) et certains hybrides sont difficiles à enraciner, les couvertures clonales sont difficiles à établir et la plupart des pays n'ont pas assez de ressources financières et techniques pour développer un programme clonal durable. Il faut être conscient du rétrécissement de la base génétique de l'espèce et du matériel clonal sur plusieurs cycles de sélection et sur les implications financières et techniques.

DEVELOPPEMENT DE NOUVEAUX MODELES POUR DEPLOYER LE GERMOPLASME AGROFORESTIER

Alors que les services forestiers, les NTSCs et le secteur forestier privé ont réussi à fournir du germoplasme d'arbres commerciaux, il n'en est pas de même pour les espèces agroforestières. On s'attend généralement à ce que les semences de MPTS soient fournies par le Centre international pour la recherche en agroforesterie ou obtenues auprès de ce dernier pour des projets spécifiques. La demande en semences d'espèces agroforestières est largement suscitée par des projets financés par des bailleurs de fonds, mais à la fin des projets, les priorités des agriculteurs cibles changent, ce qui signifie que tous les efforts pour améliorer les espèces et déployer du germoplasme d'arbre de bonne qualité prennent fin. De même, l'utilisation finale de l'espèce est variée (jachère, fourrage, bois, fruits, amélioration du sol) et il est presque impossible d'avoir une stratégie d'amélioration axée sur de multiples caractères et produits. Cela empêche de réaliser le plein potentiel des espèces d'arbres agroforestiers et conduit à accorder peu d'attention et d'investissement au système de production de semences pour ces espèces. De telles attentes sont assez courantes dans les projets d'agroforesterie ou toute autre intervention financée par des donateurs. Au fil des ans, la plupart des pays africains qui ont introduit le système MPTS sont confrontés à des pénuries de semences certifiées de haute qualité pour des projets de plantation d'arbres. Il est recommandé d'élaborer une stratégie d'approvisionnement en germoplasme pour l'agroforesterie qui permettrait aux institutions nationales de s'associer avec des fournisseurs potentiels de matériel génétique à petite échelle pour identifier les besoins, les chaînes d'approvisionnement, surveiller et évaluer l'impact sur les plantations agroforestières.

ACCORDS DE TRANSFERT DE MATERIEL GENETIQUE D'ARBRES

Traditionnellement, les semences d'arbres étaient échangées quasiment sans documentation, et les arbres étaient implantés dans les jardins et les arboretums. Les collections systématiques d'espèces clés, comme les eucalyptus et les pins ont été menés au milieu des années 1900 et des accords sur les échanges de semences ont été conclus entre des institutions ou des chercheurs. L'échange de matériel de reproduction forestier est parfois basé sur divers accords bilatéraux et il existe actuellement des discussions sur des accords de transfert de matériel (MTA) et des mémorandums d'accord (MoU) entre les pays donateurs et les pays bénéficiaires. Les pays africains désireux d'importer des semences pour enrichir leurs stocks de RGF doivent être conscients de la nécessité de conclure des accords formels et de partager des données d'essai et des informations avec le pays donateur. Par exemple, l'ATSC exige désormais que les partenaires recevant des collections de provenances partagent des données et des informations provenant des

essais et dans certains cas partagent du germoplasme avec l'Australie si les populations de base en Australie se perdent ou sont réduites (Midgley, 1999).

DOCUMENTATION DE LA QUALITE GENETIQUE

Plusieurs pays africains (Burkina Faso, Kenya, Malawi, Madagascar et Rwanda) sont membres du Système de l'OCDE pour les Semences et Plants forestiers qui reconnaît quatre catégories de matériel de reproduction forestier : 1) identifiée à la source ; 2) sélectionné ; 3) les vergers à graines non testées ; et 4) les vergers à graines testées. Certains pays utilisent la classification locale des semences basée sur la génération de la sélection, l'hybridation interspécifique ou le matériel cloné. Il est recommandé que le contrôle de la qualité génétique par le biais des organismes de certification nationaux fasse partie du processus d'approvisionnement en germoplasme d'arbre.

APPROVISIONNEMENT EN MATERIEL GENETIQUE D'ARBRES DANS UN CLIMAT CHANGEANT

Les impacts des futurs événements climatiques restent mal compris, bien qu'il y ait de bonnes preuves que certaines espèces exotiques et indigènes succomberont à la sécheresse, aux ravageurs et aux maladies dans certains pays. Cela nécessitera une autorisation d'importation ciblant de nouvelles origines et celles des régions extrêmes de la distribution naturelle.

RESEAUTAGE REGIONAL ET RENFORCEMENT DES INSTITUTIONS

La plupart des régions et des pays partagent en commun des espèces prioritaires. De nombreuses espèces ont été testées dans différents pays. Bien que l'entretien des essais, la collecte de données et les analyses n'aient pas été examinés pendant les études, il était rapporté que certains essais ont été « perdus » en raison de récoltes incontrôlées, des incendies ou simplement des abandons dus au manque de financement. Ces espèces et les tests de provenance sont coûteux à mettre en place, et le mieux que l'on puisse faire est d'obtenir autant d'informations que possibles. Les chercheurs devraient le plus souvent chercher au-delà de leurs essais pour identifier du matériel supérieur et fournir des gains génétiques aux opérations. La coopération scientifique et la vulgarisation des avis d'experts dans un cadre régional (par exemple l'AFF) pourraient aider à sélectionner et à recommander des espèces performantes, des provenances et des sources de semences dans les pays et les régions. Un bon point de départ sera la formation d'un réseau officiel d'améliorateurs et d'experts en germoplasme des espèces d'arbres pour partager des idées, des informations et échanger du matériel génétique de recherche. Le réseau devra

avoir des liens étroits avec les pépiniéristes et les utilisateurs de germoplasme des arbres. Le réseau pourrait être mandaté pour conserver, utiliser et développer les ressources génétiques forestières de l'Afrique au profit des secteurs des plantations forestières et des activités communautaires de plantation d'arbres. Les principales activités pourraient être la conservation des ressources génétiques existantes, leur test et leur utilisation ainsi que le développement et le déploiement de ces ressources.

CHAPITRE 7 Conclusion

Le rapport de synthèse, qui est basé sur les trois rapports régionaux d'Afrique de l'Ouest et du Centre, d'Afrique de l'Est et d'Afrique australe, a rassemblé les problèmes communs affectant l'amélioration des arbres et l'approvisionnement en germoplasme des arbres en Afrique. Ces deux activités constituent des éléments clés de la GDF. L'importance des statistiques forestières dans la planification des activités de plantation d'arbres et finalement la demande de semences a été soulignée. Les espèces prioritaires pour la plantation en Afrique comprennent *Eucalyptus*, *Pinus*, *Acacia*, *T. grandis*, *G. arborea* et *Hevea* spp. Un certain nombre d'espèces agroforestières, d'arbres fruitiers indigènes et d'espèces commerciales indigènes attirent l'attention à mesure que de nouveaux produits et services provenant des arbres sont demandés. Une nouvelle vague de plantation d'arbres a été observée dans toutes les régions d'Afrique, ce qui créera une énorme demande en germoplasme d'arbres sur le continent. Il existe des lacunes dans l'approvisionnement en germoplasme dans de nombreuses régions d'Afrique, causées par des désinvestissements dans la recherche et le développement, le manque de capacité à maintenir des zones de production de semences et à collecter, stocker et tester les semences. Des menaces importantes de ravageurs et de maladies, en particulier pour les eucalyptus, pourraient affecter la productivité des arbres et des forêts. La nouvelle vague de plantation d'arbres en Afrique pourrait être confrontée à des goulots d'étranglement dans la chaîne d'approvisionnement en arbres de bonne qualité et, compte tenu de la menace des ravageurs, des maladies et du changement climatique, les arbres plantés pourraient être sous-optimaux affectant la productivité à l'avenir.

Des listes d'espèces prioritaires ont été identifiées et les espèces communes pourraient être la base d'une collaboration régionale ou continentale sous forme d'échange d'informations, d'essais conjoints et de zones de production de semences transfrontalières. Les activités de sélection et d'amélioration des arbres variaient d'un pays à l'autre, l'Afrique du Sud disposant d'un programme avancé de sélection d'arbres et d'amélioration des arbres. En termes d'espèces, les pins, les eucalyptus et les acacias ont des générations avancées de sélection et les deux premiers groupes d'espèces ont des hybrides interspécifiques qui ont été développés. Quelques espèces fruitières et commerciales indigènes ont été commercialisées et greffées, et du matériel végétatif est disponible comme matériel de plantation. Des zones de production de semences ont été identifiées dans la plupart des pays, bien que l'état et la qualité des semences collectées soient généralement inférieurs. Les grands programmes de plantation semblent dépendre davantage des sources externes de semences (à l'exception de l'Afrique du Sud), ce qui indique un énorme déficit de semences d'arbres de bonne qualité dans la plupart des pays.

Les échanges et le commerce de matériel génétique nécessiteraient une bonne documentation et l'application des règlements et accords relatifs aux échanges de

semences. Un certain nombre de stratégies de déploiement des semences sont en place et varient d'un pays à l'autre ainsi que d'une espèce à une autre. Des lacunes dans l'approvisionnement en semences d'arbres pour les petits arboriculteurs existent, et les pays sont encouragés à s'investir davantage dans ce domaine. Les petits arboriculteurs joueront un rôle important dans la croissance des ressources forestières à l'avenir, souvent en partenariat avec des entreprises privées. L'approvisionnement en germoplasme des arbres dans le secteur informel doit être réglementé en surveillant les activités de plantation d'arbres et en veillant à ce que des semences de haute qualité soient utilisées.

Un certain nombre de recommandations ont été faites pour améliorer l'approvisionnement en germoplasme des arbres. Des investissements croissants dans les zones de production de semences, les centres semenciers nationaux et les ressources humaines ont été mis en évidence pour la plupart des pays d'Afrique. La conversion des essais de provenances en zones de production de semences après la sélection des arbres et l'éclaircissement des arbres inférieurs est une stratégie visant à assurer de manière efficace, un bon approvisionnement en matériel génétique ligneux. Alors que la foresterie clonale, en particulier pour les eucalyptus et les pins, prend de l'ampleur, il faut se méfier des impacts négatifs de la réduction de la base génétique. La collecte d'espèces indigènes est encore à *court terme* avec la plupart des collections sur une base opportuniste. Cette activité doit être affinée et ciblée sur les espèces les plus importantes, en particulier pour les espèces commerciales indigènes qui sont récoltées sur une large échelle. Cela garantira que les espèces sont conservées pour la descendance. La participation des communautés locales à la collecte et à la distribution de semences offre une opportunité pour des programmes inclusifs de GDF où les communautés peuvent être rémunérées pour collecter du germoplasme et pour la conservation des ressources génétiques forestières dans leurs paysages.

Les NTSC ont été identifiés comme des composantes importantes dans la conduite des plantations d'arbres dans la plupart des pays africains. L'examen a révélé une diminution des investissements en équipement et en ressources humaines, ce qui a eu pour résultat que la plupart des NTSC fonctionnent en deçà de leur capacité. La synthèse recommandait d'augmenter les investissements dans les NTSC pour stimuler l'augmentation des activités de plantation d'arbres et satisfaire aux besoins en semence projetés.

Le rapport de synthèse a mis en évidence que la GDF comporte plusieurs composantes qui incluent la gestion des forêts naturelles et la plantation d'arbres. La plantation d'arbres a le potentiel de réduire la déforestation et la dégradation des forêts naturelles et d'assurer un accès plus rapide aux produits et services. L'amélioration d'arbres et l'approvisionnement en germoplasme des arbres, associés à une culture efficace des arbres (sylviculture, protection des forêts) sont des aspects importants de la GDF.

Références

- Acquah, S.B., S. Pentsil, N. Appiah, W.K. Dumenu and B. Darimani, 2013. Technologies for forest management, utilization and development (1965-2012). In: E.G. Foli and M. Sraku-Lartey (eds). CSIR-Forestry Research Institute of Ghana, University KNUST, Kumasi, Ghana. ISBN: 9988-7943-6-3. 50 p.
- AFF, 2014. Strengthening Sustainable Forest Management in Africa. www.afforum.org
- African Forest Research Network (AFORNET). 2005. Lesson learnt on Sustainable Forest Management. Policy Brief no. 4.
- Akachuku, A.E. 1984. The possibility of tree selection and breeding for genetic improvement of wood properties of *Gmelina arborea* Roxb. *Forest Science* 30(2): 275-283.
- Akinnifesi, F.K., R.R.B. Leakey, O.C. Ajai, G. Sileshi, Z. Tchoundjeu, P. Matakala and F.R. Kwesiga, 2007. Indigenous fruit trees in the tropics: domestication, utilization and commercialization. World Agroforestry Centre (ICRAF), Lilongwe, Malawi.
- Akinnifesi F.K, F.K. Kwesiga, J. Mhango, T. Chilanga, A. Mkonda, C.A.C. Kadu, I. Kadzere, D. Mithofer, J.D.K. Saka, G. Sileshi, T. Ramadhani and P. Dhliwayo, 2006. Towards the development of miombo fruit trees as commercial tree crops in Southern Africa. *Trees for Life*, 16:103–121.
- Alema, A., Z. Yilma, A. Eshete and T. Dejene, 2013. Growth performance and gum Arabic production of *Acacia Senegal* in northwest lowlands of Ethiopia. *Journal of Forestry Research* 24(30): 471-476.
- Avana-Tientcheu, L.M., 2016. Situational analysis of commercial and community tree planting in West and Central Africa: Trends in tree improvement and tree germplasm supply-A regional study commissioned by the AFF.
- Awodoyin, R.O., O.S. Olubode, J.U. Ogbu, R.B. Balogun, J.U. Nwawuisi and K.O.Orji, 2016. Indigenous Fruit Trees of Tropical Africa: Status, Opportunity for Development and Biodiversity Management. *Agricultural Sciences*, 2015(6):31-41.
- Barnes, R.D., C.T. Marunda, D. Maruzane and M. Ziobwa, 1996. African Acacias Genetic Evaluation Phase II Final Report. Oxford Forestry Institute and Zimbabwe Forestry Commission.
- Bongjoh, C.A. and N. Mama, 1999. Early regeneration of commercial timber species in a logged-over forest of southern Cameroon. Seminar FORAFRI, Libreville —Session 2: Knowledge Ecosystem, 1–9.

- Bosu, P.P., 2016. The status and management of tree and forest pests and diseases in West and Central Africa - a study commissioned by the African Forest Forum.
- Bouvet, J.M., 2011. Amélioration génétique d'espèces forestières: Créer des variétés adaptées aux demandes des partenaires. Unité de Recherche "Diversité génétique et amélioration des espèces espèces forestières ». Programme de recherche CIRAD Campus international de Baillarguet. 2p.
- Brenan, J.P.A., 1983. Manual on taxonomy of Acacia species. FAO, Rome.
- Butterfield, M.K., 1990. Isoenzyme variation in a South African and a Mexican population of *Pinus patula* Schiede & Deppe. M.Sc. Thesis. Department of Genetics, University of Natal, South Africa. 97 p.
- CAMCORE, 2013. Annual Report. International Tree Breeding and Conservation. North Carolina University. USA.
- Caradang, W.M., E.L. Tolentino Jr., and J. Roshetko, 2006. Smallholder tree nursery operations in southern Philippines - supporting mechanisms for timber tree domestication. *Forests, Trees and Livelihoods* 16:71-84.
- Chamshama, S.A.O., 2011. Forest plantations and woodlots in Eastern and North Eastern African countries. A regional overview. AFF working paper series. Volume 1:18.
- Chamshama, S.A.O., F.O.C. Nwonwu, B. Lundgren and G. Kowero, 2009. Plantation Forestry in Sub Saharan Africa: Silvicultural, Ecological and Economic Aspects. *Discovery and Innovation*. Vol 21 (SFM special edition):42-49.
- Chidumayo, E., 1997. Miombo Ecology and Management: An Introduction. IT Publications in association with the Stockholm Environment Institute, London.
- Chollet, A., 1956. Le Teck au Togo. *Bois et Forêts des Tropiques* 49: 9-18.
- Cossalter, C., 1991. Acacia senegal. Gum tree with promise for agroforestry. NFT Highlights 91-09. Nitrogen Fixing Tree association, Hawaii, USA.
- Cossalter, C., 1987. Introducing Australian acacias in dry, tropical Africa. In Turnbull, J.W. (ed.) 1987. Australian acacias in developing countries: proceedings of an international workshop held at the Forestry Training Centre, Gympie, Qld., Australia, 4-7 August 1986. ACIAR Proceedings No. 16, 196 p.
- Cotzee, H. and T. Alves, 2005. National Afforestation Strategy -Towards Thriving Plantation Forest Development, Republic of Mozambique. UTF/MOZ/074/MOZ. FAO.

- Coutinho, T.A., E.T. Steenkamp, K.M. Mongwaketsi, M. Wilmot and M.J. Wingfield, 2007. First outbreak of pitch canker in a South African pine plantation. *Australasian* 36(3):256–261.
- Denning, G.L., 2001. Realising the potential of agroforestry: integrating research and development to achieve greater impact. *Development in Practice*. 11(4): 407-416.
- Diallo, A.M., E.D. Kjær, A. Ræbild, K.K. Petersen and L.R. Nielsen, 2015. Polyploidy confers superiority to trees grown under stressful conditions: A case study of *Acacia senegal* (L) Willd. in Sahel region of West Africa (Submitted to *Botanical Journal of the Linnean Society*).
- Doughty, R.W., 2000. *The Eucalyptus. A natural and commercial history of the gum tree.* The Johns Hopkins University Press: Baltimore and London.
- Dvorak, W.S., G.R. Hodge, J.E. Kietzka, F. Malan, L.F. Osorio and T.K. Stanger. 2000. *Pinus patula*. In: *Conservation & Testing of Tropical & Subtropical Forest Tree Species by the CAMCORE Cooperative.* College of Natural Resources, North Carolina State University. Pp. 148-173.
- Dvorak, W.S., J.K. Donahue and G.R. Hodge, 1996. Fifteen years of ex situ gene conservation of Mexican and Central American forest species by the CAMCORE Cooperative. *Forest Genetic Resources*. No. 24. FAO, Rome.
- El-Lakany, M.H., 1987. Use of Australian Acacias in North Africa. In Turnbull, J.W. (ed.) 1987. *Australian acacias in developing countries: proceedings of an international workshop held at the Forestry Training Centre, Gympie, Qld., Australia, 4-7 August 1986.* ACIAR Proceedings No. 16, 196 p.
- Evans, J. 1992. *Plantation forestry in the tropics.* Second Edition. Clarendon Press, Oxford, UK. 403 p.
- Evans, J. and J.W. Turnbull, 2004. *Plantation Forestry in the Tropics.* 3rd Edition. Oxford University Press, Oxford, UK. 467p.
- Fagg, C.W., R.D. Barnes and C.T. Marunda, 1997. African acacia trials network: a seed collection of six species for provenance/progeny tests held at the Oxford Forestry Institute. *Forest Genetic Resources* No. 25. FAO, Rome.
- Fakuta, N.M., I.F. Ojiekpon, I.B. Gashua and O.C. Ogunremi, 2015. Quantitative Genetic Variation in Gum Arabic (*Acacia senegal* (L) Willd) Provenances. *American Journal of Plant Sciences*, 6:2826-2831.
- FAO. 2015. *Global Forest Resource Assessment 2015.* FAO, Rome. 244 pp.

- FAO. 2014. State of the World's Forests (SOFO). Enhancing the socio-economic benefits from forests: Putting people at the centre. ISSN 1020-5705. 133pp.
- FAO, 2003. Forestry Outlook Study for Africa: Sub regional Report – Southern Africa. African Development Bank, European Commission and FAO. Rome.
- FAO, 2002. Status and trends in Forest Management in Central Africa. Working Paper FM/3, Rapport national, Rwanda. FAO, Rome. 15 pp.
- Forest Commission (FC), 2013. Ghana Forest Plantation Strategy 2015-2040. Forestry Commission and Ministry of Lands and Natural Resources, Ghana. 71 pp.
- Franzel S., H. Jaenicke and W. Janssen, 1996. Choosing the right trees: setting priorities for multi-purpose tree improvement. ISNAR Research Report No. 8. ISNAR, The Hague. 87 p.
- Gabou, M.H. and A. Maisharou, 2014. Management Practices/Techniques Commonly Used in Niger Republic, West Africa. In Sustainable Intensification to Advance Food Security and Enhance Climate Resilience in Africa. pp 305-314.
- Gafaar, A., 2011. Forest plantations and woodlots in Sudan. African Forest Forum working Paper series 1(15). 76 pp. AFF, Nairobi, Kenya.
- Gapare, W.J., G.R. Hodge, and W.S. Dvorak, 2001. Genetic parameters and provenance variation of *Pinus maximinoi* in Brazil, Colombia and South Africa. *Forest Genetics* 8:159-170.
- Ghazi, P., E. Barrow, G. Monela and W. Mlengi, 2005. Regenerating Woodlands: Tanzania's HASHI Project. *World Resources 2005: The Wealth of the Poor - Managing Ecosystems to Fight Poverty*. WRI in collaboration with UNDP: 131-138.
- Gichora, M., 2016. The status and management of tree and forest pests and diseases in Eastern Africa - a study commissioned by the African Forest Forum.
- Gottneid, D. and S. Thogo, 1975. The growth of *Eucalyptus* at Muguga Arboretum. EAAFRO Forestry Technical Note No. 33.
- Graudal, L., 1998. The Functions and Role of a National Tree Seed Programme. Danida Forest Seed Centre, Humlebaek, Denmark.
- Gumbo, D.J., K.B. Moombe, M.M. Kandulu, G. Kabwe, M. Ojanen, E. Ndhlovu and T.C.H. Sunderland, 2013. Dynamics of the charcoal and indigenous timber trade in Zambia: A scoping study in Eastern, Northern and North-western provinces. Occasional Paper 86. CIFOR, Bogor, Indonesia.

- Gwaze, D.P., 1987. Status of Australian Acacias in Zimbabwe. In Turnbull, J.W. (ed.) 1987: Australian acacias in developing countries: proceedings of an international workshop held at the Forestry Training Centre, Gympie, Qld., Australia, 4-7 August 1986. ACIAR Proceedings No. 16, 196 p.
- Hall, M.P.V. and G.H.D. Williams, 1956. Teak as a plantation tree in the Sudan. Sudan Ministry of Agriculture and Forestry. Memo. 8. 14 pp – Tectona. Exotics.
- Harris, M.S., 1993. Working towards the wider distribution of tree seed in Africa: the activities of the Henry Doubleday Research Association. 12p.
<http://www.cifor.cgiar.org/publications/ntfpsite/pdf/NTFP-Africa-R.PDF>
- Harmand, J. M., M. Ntoupka, B. Mathieu and R. Peltier, 2012. Gum Arabic production in Acacia senegal plantations in the Sudanian zone of Cameroon: Effects of climate, soil, tapping date and tree improvement. Bois et Forêts des Tropiques 66 (311):21-33.
- Harwood, C.E., 2011. Introductions: doing it right. In developing a eucalypt resource: learning from Australia and elsewhere. Wood Technology Research Centre. Workshop Proceedings 2011, 43-54.
- Henson, M., 2011. Fast tracking genetic improvement. In developing a eucalypt resource: learning from Australia and elsewhere. Wood Technology Research Centre. Workshop Proceedings 2011, 27-34.
- House, A.P.N. and C.E. Harwood, (undated). Australian Dry Zone Acacias for human food. CSIRO Publishing.
- Institute of Commercial Forestry Research (ICFR), 2014. Annual Report. South Africa.
- Jacovelli, P.A., 2014. The future of plantations in Africa. International Forestry Review. Vol 16(2):144-159.
- Jacovelli, P.A., 2010. Uganda's Sawlog Production Grant Scheme: A success story from Africa. International Forestry Review Vol 11(3)119-125.
- Jusu, A. and A. Cuni-Sanchez, 2016. Indigenous fruit trees in the African rainforest zone - insights from Sierra Leone. Genetic Resources and Crop Evaluation (2016):1-16.
- Kalinganire, A., J.C. Weber and S. Coulibaly, 2012. Improved Ziziphus mauritiana germplasm for Sahelian smallholder farmers: First steps toward a domestication programme, Forests, Trees and Livelihoods, DOI:10.1080/14728028.2012.715474.
- Kalinganire A. and B. Koné, 2010. Ziziphus mauritiana, ber. SAFORGEN. Priority Food Tree Species. Guidelines for conservation and sustainable use. Bioversity International, Rome, Italy.

- Kamwenda, G.J., 1999. Analysis of ngitili as a traditional silvo-pasture system among agropastoralists of Meatu, Shinyanga, Tanzania. Unpublished M.Sc. dissertation, Sokoine University of Agriculture, Morogoro, Tanzania.
- Katerere, Y., 2016. Navigating a new pathway to efficiently meet future wood demand in Zimbabwe. Presentation to the Timber Producers' Federation of Zimbabwe. July 2016.
- Kilimo Trust (2011) Eucalyptus Hybrid Clones in East Africa; Meeting the Demand for Wood through Clonal Forestry Technology. Occasional Paper No.1
- Kojwang, H.O., 2016. Forest pests and diseases in Southern Africa – a review commissioned by the African Forest Forum.
- Koskela, J., B. Vinceti, W. Dvorak, D. Bush, I.K. Dawson, J. Loo, E.D. Kjaer, C. Navarro, C. Padolina, S. Bordacs, R. Jamnadass, L. Graudal and L. Ramamonjisoa, 2014. Utilization and transfer of forest genetic resources: A global review. *Forest Ecology and Management* 333: 22-34.
- Koskela, J., B. Vinceti, W. Dvorak, D. Bush, I.K. Dawson, J. Loo, E.D. Kjaer, C. Navarro, C. Padolina, S. Bordacs, R. Jamnadass, L. Graudal and L. Ramamonjisoa, 2010. The use and exchange of forest genetic resources for food and agriculture. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Background Study Paper No. 44.
- Kowero, G., 2009. Sustainable Forest Management in Africa (SFM) Initiative. *Discovery and Innovation* 21 (SFM special edition No. 1):1-3.
- Lamprecht, H., 1990. *Silviculture in the Tropics: tropical forest ecosystems and their tree species - possibilities and methods for their long-term utilization*. GTZ, Eschborn, Germany. 296 p.
- Larwanou, M., A. Raebild, R. Issa and E.D. Kjaer 2010. Performance of *Acacia senegal* (L.) Willd provenances in dryland Savannah of Niger. *Silvae Genetica* 59:210–218.
- Lauridsen, E.B. and E.D. Kjaer, 2002. Provenance research in *Gmelina arborea* Linn, Roxb. A summary of results from three decades of research and a discussion of how to use them. *International Forestry Review* 4(1):1-15.
- Liebhold, A.M., E.G. Brockerhoff, L.J. Garrett, J.L. Parke and K.O. Britton, 2012. Live plant imports: the major pathway for forest insect and pathogen invasions of the US. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10:135–143. doi:10.1890/110198.
- Lelon J., K. Jumba, I.O. Keter, J.K. Wekesa and C. Oduor, 2010. Assessment of physical properties of gum arabic from *Acacia senegal* varieties in Baringo District, Kenya. *African J Plant Sci.* 4:95–98.

- Luoga, E.J., E.T.F. Witkowski and K. Balkwill, 2004. Regeneration by coppicing (resprouting) of the miombo (African savanna) trees in relation to land-use. *Forest Ecology and Management* 186(1-3):23-25.
- Madhibha, T., Murepa, R., Musokonyi, C. and Gapare, W., 2013. Genetic parameter estimates for interspecific Eucalyptus hybrids and implications for hybrid breeding strategy *New Forests*. Vol (44): 63-84
- Maisharou, A., P.W. Chirwa, M. Larwanou, M.F. Babalola and C. Ofoegbu, 2015. Sustainable land management practices in the Sahel: review of practices, techniques and technologies for land restoration and strategy for up-scaling. *International Forestry Review* Vol.17(S3):1-19.
- Marien, J.N. and R. Peltier, 2010. La gestion durable des plantations forestières en Afrique centrale: Des réponses adaptées aux nouveaux besoins de la société. Présentation du CIRAD à la réunion de réflexion sur le Partenariat pour les Forêts du Bassin du Congo tenue à Kinshasa du 17-19 Septembre 2010.
- Marunda, C.T., 2016. Situational analysis of commercial and community tree planting in Southern Africa: trends in tree improvement and tree germplasm supply – a study commissioned by the AFF.
- Matondo, R., 2013. La stratégie nationale d'afforestation et de reboisement comme opportunité d'affaire en république du Congo. Forum international sur le développement durable de la filière bois dans les pays du bassin du Congo. 11p.
- McComb, A. L. and Jackson, J.K. 1969. The role of tree plantations in savanna development-Technical and economic aspects, with special reference to Nigeria. *Unasylva*. Vol (23) 5: 8-18.
- McTaggart, A.R., C. Doungsa-ard, M.J. Wingfield and J. Roux, 2015. *Uromycladium acaciae*, the cause of a sudden, severe disease epidemic on *Acacia mearnsii* in South Africa, *Australasian Plant Pathology*. Vol. 44(6):637–645.
- Mokwenyu, M.U.B. and O. Aghughu, 2010. Restoring Nigeria's lead in gum Arabic production: Prospect and challenges. *Report and Opinion* 2(4):1-13.
- Msanga, H.P., 2016. The status of tree germplasm improvement, production, supply and demand in Eastern Africa - a study commissioned by the AFF.
- Nambiar, E.K.S., 2013. Science and technology for sustainable development of plantation forests. *Australian Forestry*, 66:43-50.

- Ngamau, C., B. Kanyi, J. Epila-Otara, P. Mwangingo and S. Wakhusama, 2004. Towards Optimizing the Benefits of Clonal Forestry to Small-scale Farmers in East Africa. ISAAA Briefs No. 33. ISAAA: Ithaca, New York, USA.
- Nyoka B.I., O.C Ajayi. F.K. Akinnifesi, T. Chanyenga, S.A. Mng'omba, G. Sileshi, R. Jamnadass and T. Madhibha, 2011. Certification of agroforestry tree germplasm in Southern Africa: opportunities and challenges. *Agroforestry Systems*, 83(1):75–87.
- Nyoka, B.I and P. Tongoona, 1998. Cone and seed yield of 16 populations of *Pinus tecunumanii* at 5 sites in Zimbabwe. *Silvae Genetica*, 49(4-5):181-189.
- Oballa, P.O., P.K.A. Konuche, M.N. Muchiri and B.N. Kigomo, 2010. Facts on growing and use of *Eucalyptus* in Kenya. KEFRI. Nairobi, Kenya. 29 pp.
- Oduwaiye, E.A., 1983. An analysis of experimental data on the establishment of clonal seed orchards of three exotic forest tree species through vegetative propagation. Univ. Ibadan. Nigeria. Thesis summary. *Forestry Abstracts* 44(10).
- Pandey, D., 1992. Assessment of Tropical Forest Plantation Resources. Institutionen för Skogstaxering 1992, Swedish University of Agricultural Sciences. Umea, Sweden. Published within the framework of Forest Resource Assessment, 1990, FAO.
- Pottinger, A., 2003. Tree Improvement for Timber Plantations in Uganda Forest Resources Management and Conservation Programme. EFD Project No. 8 ACP UG 030.
- Poynton, R.J., 1977 Tree planting in Southern Africa. Vol. 1. The Pines. S. A. Forestry Research Institute. Department of Forestry. Republic of South Africa. 576 p.
- Raebild A.A., J.S. Jensen, M. Ouedraogo, S. de Groote, P. van Damme, B.O. Diallo, J. Bayala, H. Sanou, A. Kalinganire and E.D. Kjaer, 2011. Advances in domestication of indigenous fruit trees in the West African Sahel. *New Forests* 41(3):297-315.
- Santini, A., L. Ghelardini, C. de Pace, M.L. Desprez-Loustau, P. Capretti, A. Chandelier, T. Cech, D. Chira, S. Diamandis, T. Gaitniekis, J. Hantula, O. Holdenrieder, L. Jankovsky, T. Jung, D. Jurc, T. Kirisits, A. Kunca, V. Lygis, M. Malecka, B. Marcais, S. Schmitz, J. Schumacher, H. Solheim, A. Solla, I. Szabò, P. Tsopelas, A. Vannini, A.M. Vettraiño, J. Webber, S. Woodward and J. Stenlid, 2013. Biogeographical patterns and determinants of invasion by forest pathogens in Europe. *New Phytol.* 197:238–250. doi:10.1111/j.1469-8137.2012.04364.x.
- SAIF, 2000. South African forestry handbook vol 1. South African Institute of Forestry, V&R Printers, Pretoria, South Africa. 416pp.
- Sawadogo, H., F. Hien, A. Sohor and F. Kambou, 2001. Pits for Trees. How farmers in semi-arid Burkina-Faso increase and diversify plant biomass. In Reij, C. and A.

- Waters-Bayer (eds.): Farmer Innovation in Africa: a source of inspiration for agricultural development. Earthscan, London, UK.
- Sebukera, C., E. Muramira, C. Momokama, A. Elkholei, I. Elbagouri, B. Masumbuko and V. Rabesahala, 2006. Forests and Woodlands. Africa Environmental Outlook 2. Our Environment, Our Wealth. UNEP, Nairobi, Kenya. Sendzimir, J., C.P. Reij and P. Magnuszewski, 2011. Re-building resilience in the Sahel: Re-greening in the Maradi and Zinder regions of Niger. *Ecology and Society*, 16(3):1.
- Sturrock, R.N. S.J. Frankel, A.V. Brown, P.E. Hennon, J.T. Kliejunas, K.J. Lewis, J.J.Worrall and A.J. Woods, 2011. Climate change and forest diseases. *Plant Pathology* 60:133–149.
- Swain, T.L. and R.A.W. Gardner, 2003. A summary of current knowledge of cold tolerant eucalypt species (CTE's) grown in South Africa. ICFR Bulletin Series 03/2003. Institute for Commercial Forestry Research, Pietermaritzburg.
- Tariel, J., 1966. Le Teck en Côte-d'Ivoire. *Bois et Forêts des Tropiques* 107:27-47.
- Tchoundjeu, Z., E.K. Asaah, P. Anegbah, A. Degrande, P. Mbile, C. Facheux, A. Tsobeng, A.R. Atangana, M.L. Ngo Mpeck and A.J. Simons, 2006. Putting participatory domestication into practice in West and Central Africa. *For. Trees Livelihoods* 16:53–69.
- Teklehaimanot, Z., 2005. Indigenous fruit trees for Eastern Africa. The Leverhulme Trust: A Study Abroad Fellowship Report. University of Wales, Bangor, UK.
- Tembani, M., T. Madhibha, C.T. Marunda and W.J. Gapare, 2014. Sustaining and improving forest genetic resources for Zimbabwe: Lesson from 100 years. *International Forestry Review* 16(6):615-632.
- Teulières C, G. Bossinger, G. Moran and C. Marque, 2007. Stress studies in Eucalyptus. *Plant Stress* 1:197-215.
- Vehaegen, D., I.J. Fofana, Z. Logossa and D.A. Ofori, 2010. What is the genetic origin of teak (*Tectona grandis* L.) introduced in Africa. *Tree Genetics and Genomes* 6(5):717-733.
- Vercoe, T.K., 1987. Fodder potential of selected Australian tree species. In J.W. Turnbull (ed.), 1987: Australian acacias in developing countries: proceedings of an international workshop held at the Forestry Training Centre, Gympie, Qld., Australia, 4-7 August 1986. ACIAR Proceedings No. 16, 196 p.

- Wekesa, C., P. Makenzi, B.N. Chikamai, J.K. Lelon, A.M. Luvanda and M. Muga, 2009. Gum arabic yield in different varieties of *Acacia senegal* (L.) Willd in Kenya. *African Journal of Plant Science* 3(11):263-276.
- Wellendorf, H. and A. Kaosa-Ard, 1988. Teak improvement strategy in Thailand. *Forest Tree Improvement* 21:1-43.
- Wickens, G.E., 1969. A study of *Acacia albida* Del. (Mimosoideae). *Kew Bulletin* 23(2):181-202.
- Zobel, B.J., G. van Wyk and P. Stahl, 1987. *Growing exotic forests*. John Wiley & Sons, NY, USA. 508 p.

African Forest Forum



Adresse:
African Forest Forum
P.o. Box 30677-00100 Nairobi GPO Kenya
Tel: +254 20 722 4203 Fax: +254 20 722 4001
www.afforum.org

