



Federal Ministry
of Education
and Research

 **NACHHALTIGES
LANDMANAGEMENT**

 **FONA**
Forschung für Nachhaltige
Entwicklung
BMBF



Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG



**Recherche participative pour
le soutien de la gestion durable
des terres du Plateau Mahafaly
dans le sud-ouest de Madagascar**



**Planter des arbres pour approvisionner
les ressources locales en bois et restaurer
les forêts tropicales sèches dégradées —
Principes, challenges et recherches qui
devraient être considérés**



Planter des arbres pour approvisionner les ressources locales en bois et restaurer les forêts tropicales sèches dégradées — Principes, challenges et recherches qui devraient être considérés

Laura Prill

Avril 2016

SuLaMa — Recherche participative pour le soutien de la gestion durable des terres du Plateau Mahafaly dans le sud-ouest de Madagascar

University of Hamburg

Tous droits réservés

Publié par : University of Hamburg
Institute for World Forestry
Leuschnerstr. 91
21031 Hamburg
Germany

Photos de la page couverture : Jens Härtel

Table des matières

1	Introduction	2
2	Prérequis institutionnels, politiques et sociaux	6
3	Principes de gestion des tentatives de reforestation	8
3.1	Collecte d'informations de base	9
3.2	Définir les objectifs	9
3.3	Sélection des sites disponibles et leurs caractérisations . .	10
3.4	Choisir le design de la reforestation	11
3.5	Sélection des espèces	12
3.5.1	Espèces autochtones versus espèces exotiques . . .	14
3.5.2	Sélection des provenances	15
3.6	Ensemencement, plantation et croissance des semis	17
3.6.1	Distribution des semences	18
3.7	Traitements sylvicoles pour favoriser la croissance des es- pèces plantées	21
3.8	Contrôle des feux et et du pâturage	22
3.9	Opérations de récolte	23
4	Implémentation des efforts de reforestation	25
5	Conclusion	26
	Bibliographie	28

1 Introduction

Les forêts tropicales abritent plusieurs espèces uniques et endémiques et assurent des biens et des services importants pour la population locale. A cause de la déforestation et de la dégradation continues, nombreux de ces écosystèmes vulnérables sont perturbés, faisant ainsi peser de sévères menaces sur les moyens de subsistance des populations rurales qui dépendent de ces biens et services. En tenant compte des besoins croissants en ressources en bois et la diminution de la superficie de la forêt sèche, une plantation artificielle d'arbres à base communautaire est considérée comme une approche prometteuse pour répondre aux besoins locaux et à rétablir des conditions forestières proches de l'originale.

Les zones sèches, incluant les forêts tropicales sèches, sont définies par les Nations Unies comme des étendues de terre avec un index d'aridité moins de 0,65 (UNITED NATIONS 2011). L'index d'aridité est la moyenne à long terme du rapport des précipitations annuelles moyennes d'une région et de son évaporation potentielle moyenne annuelle (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT 2005). La forêt tropicale sèche unique de la zone subaride du sud ouest de Madagascar présente un nombre élevé de taxa relictuels et un haut endémisme (ELMQVIST et al. 2010 ; OLSON et DINERSTEIN 2002). Durant les dernières décennies, le sud ouest de Madagascar a subi une large diminution de la couverture forestière qui a été associée surtout à la culture sur brûlis et une surexploitation du bois, principalement à de fins énergétiques (BRINKMANN et al. 2014 ; ELMQVIST et al. 2010). Comme d'autres forêts tropicales sèches, beaucoup des zones de la forêt restantes de cette région subissent une dégradation sévère de la forêt. La régénération naturelle de ces sites dégradés est communément empêchée par la forte exploitation, les pressions du pâturage, de longues périodes de sécheresse entraînant de hauts taux de dessiccation des graines, la mortalité et lenteur de la croissance ainsi que l'occurrence des fréquents feux. Les sites perturbés sont susceptibles d'être colonisés par des espèces invasives ou celles communes des sites dégradés qui empêchent l'établissement des espèces forestières autochtones. Ces processus aboutissent souvent à l'extinction d'espèces im-

portantes (endémiques), le déclin général sur la biodiversité et une pénurie sur les ressources forestières. En considérant la croissance démographique à Madagascar et la dépendance de la population aux ressources naturelles comme la nourriture, l'énergie et les remèdes (BRINKMANN et al. 2014), ceci pose des incertitudes sur les moyens d'existence des ménages ruraux et pourra renforcer la pauvreté qui y prévaut. Les interférences humaines comme la plantation artificielle (reforestation) des espèces autochtones dans les approches communautaires de base peuvent empêcher ces développements et fournir de ressources additionnelles en bois, atténuant ainsi la pauvreté et aidant au niveau de la restauration écologique et/ou réhabilitation des sites dégradés. A cet égard, la reforestation peut être une approche prometteuse pour fournir des alternatives à la déforestation en suppléant aux besoins locaux (exemple : les ressources naturelles et les revenus).

Cependant, dans le passé, plusieurs tentatives de reforestation des sites dégradés ont failli ou donné peu de résultats à cause de la méconnaissance des conditions écologiques prédominantes (exemple : sélection inappropriée des sites), une faible compréhension des contingences biologiques et écologiques des espèces autochtones et leurs caractéristiques de reproduction, les techniques de gestion non durables, pauvres dispositifs institutionnels (exemple : droits fonciers peu clairs) ou l'incapacité des sites reboisés à fournir un large éventail de produits et services (CIFOR REHAB TEAM 2004 ; GILMOUR et al. 2000 ; LAMB et GILMOUR 2003). La réussite des activités de reforestation est, cependant, hautement dépendant de la compréhension du mélange complexe de facteurs socioéconomiques et politiques prérequis d'un côté, et la connaissance du fonctionnement des écosystèmes spécifiques d'un site, l'écologie des espèces et la phénologie de l'autre côté. L'ensemble de ces aspects construit un fondement fiable sur lequel les décisions de gestion de reforestation peuvent être basées. Sans ces conditions préalables et savoir-faire, toute approche pour concilier les besoins humains avec une capacité d'écosystèmes à fournir des biens et services est, sur le long terme, à risque.

Dans les paragraphes qui suivent, nous discutons des challenges, des prérequis, des aspects écologiques et techniques pour la zone subaride de Madagascar qui nécessitent d'être considérés pour toute activité de plantation

artificielle ainsi que les options de gestion (communauté de base) qui ont été associées avec des plantations réussies dans d'autres parties de la forêt tropicale sèche. Bien que la réussite de la reforestation individuelle dépende des conditions écologiques et socio-économiques propres à chaque site, on peut supposer que la plupart des aspects suivants sont valables pour la zone semi-aride du sud-ouest de Madagascar. Nous supposons dans l'ensemble que les activités de plantation artificielle dans cette région — comme dans d'autres forêts tropicales sèches — seront effectuées pour deux raisons : La restauration ou réhabilitation de sites et forêts dégradés ainsi que la production de ressources en bois dans une période de temps relativement court. Les deux cas peuvent être réalisées séparément ou conjointement sur un seul site. Les plantations réalisées principalement pour la production de bois de construction ou de charbon de bois pourraient par exemple servir d'outils bénéfiques pour la réhabilitation des terres dégradées. Les plantations d'enrichissement, la méthode des espèces cadres, les cultures intercalaires d'arbres de soutien, comme des légumineuses, ou l'établissement de plantation d'espèces mixtes (autochtones) signifie la production des ressources en bois sont des exemples de tentatives de reboisement qui traitent deux objectifs pour un variant étendu. La « reforestation », dans ce contexte peut, cependant, se référer à de nombreuses formes allant de l'établissement de plantations d'arbres d'espèces exotiques à la tentative de recréer le type de forêt et la structure originale en utilisant les espèces autochtones (LE et al. 2012). Le but de l'effort de « restauration » est de rétablir les supposés « structures, productivité, et la diversité spécifique de la forêt originellement présente sur un site », tandis que la « réhabilitation » vise à rétablir productivité et quelques, pas nécessairement toutes, espèces originellement y présentes. La restauration des structures de la forêt originale peut être obtenue à la fois par la plantation directe des espèces (en voie de disparition et importantes), en catalysant la régénération naturelle de ces produits par la plantation d'espèces de soutien (autochtones) ou par le reboisement des terres abandonnées dans le but de produire du bois de construction ou du charbon de bois, réduisant ainsi la pression sur les forêts primaires (restauration passive) — à condition que celles-ci soient protégées contre de nouvelles perturbations (LAMB et GILMOUR 2003).

Bien que certains aspects pourraient appliquer plus la production de bois que l'effort de restauration/réhabilitation (et vice versa), nous ne devrions pas nous focaliser ou suggérer une seule approche puisque celle-ci n'est pas l'unique solution. Nous donnons plutôt un aperçu des outils de gestion appropriée potentiellement avantageuse pour les objectifs visés ci-dessus ainsi que les besoins des recherches connexes mais pas seulement traitant des questions socio-économiques, institutionnelles et issues financières. Par ce présent rapport, nous pensons contribuer utilement aux programmes associés aux plantations dans ces régions.

2 Prérequis institutionnels, politiques et sociaux

Il existe de multiples conditions préalables pour la réussite de l'implémentation d'une tentative de plantation à long terme dans les zones rurales. Par la suite, certains de ces aspects sont présentés brièvement—une description détaillée dépasse la portée de ce document. Des informations détaillées sur les institutionnalisations générales et implémentations des gestions communautaires de base de forêts sont données par la FAO (2012).

Certains projets de reboisement n'ont pas, dans le passé, été réussis à long terme à cause des pauvres implémentations des structures institutionnelles, des lacunes sur les politiques forestières et des stratégies de gestion non durables. Les conditions institutionnelles et la politique majeure nécessaires pour mettre en œuvre des activités de reboisement dans les communautés rurales concernent par exemple :

- Des cadres légaux des projets de reforestation : les règlements forestiers et le transfert des droits fonciers
- Des supports financiers et pratiques par des organisations ou institutions (comme les coopérations de développement, ONG)
- Des créations de mesures incitatives à l'intention des villageois et communautés pour participer à l'approche de reforestation (comme les revenus et les droits fonciers)
- Le développement participatif de techniques de gestion adéquats au niveau des approches communautaires de base avec des projets partenaires et communautés locales
- La formation de la population locale en matière de plantation et gestion durable des forêts sèches (enrichies)

L'aspect crucial est la création des motivations pour les populations à participer aux plantations des arbres. Les revenus générés sont des mesures

incitatives communes (grâce à la vente de charbon de bois produits sur les sites reboisés) ainsi que l'octroi de droits d'usage à long terme, qui doivent être garantis par des cadres juridiques, aux agriculteurs locaux. Dans des zones en forte dépendance avec l'élevage, la protection des semis et jeunes arbres des pâturages pour au moins 5–10 ans est une étape cruciale vers la réussite de l'implémentation des activités de reforestation, voir aussi sous-chapitre 3.8. Cependant, ceci pourrait affecter les pratiques traditionnelles communautaires. Toutes les conditions préalables doivent être fixées au long terme et sont ainsi susceptibles d'atteindre au-delà de la durée des projets de recherche.

Une implémentation d'approche de reforestation réussie a été réalisée depuis 1996 dans le nord de Madagascar où 9000 ha de savane dégradée étaient reboisées lors d'une approche de communauté de base dans la région de Diana. Le premier objectif de ce projet est d'alimenter la région en charbon de bois produit d'une exploitation durable et réduit les pressions sur les forêts naturelles et leur biodiversité. Dans l'approche communautaire de base, les fermiers et villageois ont été motivés pour participer dans la gestion de la plantation du bois d'énergie établie au niveau des terres appartenant à la collectivité (Le reboisement villageois individuel). Les fermiers et communautés, qui participent volontairement, sont formés à planter et gérer ces plantations forestières dans le sens de la durabilité. Un principal composant de cette approche est l'attribution de titres fonciers aux participants et l'octroi d'un droit d'utilisation des terres à long terme (ETTER et al. 2014 ; LOPEZ 2013). Les responsabilités de gestion de la forêt sont ainsi transférées aux villageois locaux. Pour plus d'informations sur le projet communautaire de base, voir GTZ/GREEN-MAD (2007) et MIRANDA et al. (2010).

3 Principes de gestion des tentatives de reforestation

La réussite des activités de reforestation est directement reliée aux stratégies de gestion (comme la sélection des espèces et les traitements sylvicultures) qui sont appliquées sur un site spécifique, espèces et peuplement forestier. Les aspects majeurs à considérer durant le processus de planification sont :

- La collecte des informations sur la situation en cours (telles que l'utilisation locale des ressources forestières, les conditions locales des sites, la composition et l'écologie des espèces autochtones)
- Les objectifs de la reforestation
- L'identification des sites disponibles
- Le design de la reforestation (disposition)
- La sélection des espèces (la sélection des arbres avec les caractéristiques désirés, la meilleure provenance et graines, le matching du site)
- L'ensemencement, la plantation et la croissance des semis (semis direct ou en pépinière, densité de la plantation et production des graines)
- Les traitements sylvicoles (tels que l'éclaircissage et le désherbage)
- La maîtrise des feux et pâturage
- Les activités de récolte (comme les techniques)

Pour la forêt sèche du sud ouest de Madagascar — comme la plupart des régions forestières tropicales sèches — les connaissances sur les écosystèmes locaux, leurs compositions spécifiques et écologie sont faibles. Ceci — avec les conditions environnementales et climatiques difficiles — place certains enjeux sur l'implémentation de projets de reforestation. Des recherches complètes sont alors cruciales pour la réussite des activités

de reforestation. Chacun des aspects présentés ci-dessus est précisé dans les textes suivants. La séquence temporelle de la gestion et la planification des potentielles étapes nécessitent d'être adaptées à la situation initiale. Les incertitudes, enjeux et besoins potentiels de la recherche qui sont associés à ces aspects sont données dans des encadrés.

3.1 Collecte d'informations de base

Avant toute activité de reforestation, la collecte d'informations sur les structures sociales, politiques forestières, conditions environnementales, besoins locaux, traditions etc. est essentielle. Cela implique l'utilisation de toutes les expériences et les données existantes et comprend des informations sur l'utilisation des ressources forestières, les techniques de gestion d'utilisation des terres pratiquées et les données environnementales tels que le climat local, le type et texture du sol, nutriments, la disponibilité en eau ainsi que la composition présente (et initiale) des espèces de la région. Les informations sur les communautés locales sont mieux recueillies par la réalisation d'enquêtes communautaires approfondies. L'implication de la population locale dans le planning et processus de gestion aussi bien que l'incorporation des besoins locaux dans la tentative de reforestation est nécessaire pour la réussite de toute approche de plantation.

3.2 Définir les objectifs

Des définitions et classements clairs de tous les objectifs sont cruciaux au commencement de tout projet de plantation d'arbres. Dans le sud-ouest de Madagascar, il y a deux raisons majeures pour le besoin de la plantation artificielle d'arbres. Due à la forte dépendance de la population au bois comme source d'énergie primaire, des conditions climatiques sévères et des forêts sèches largement diminuées (BRINKMANN et al. 2014), des ressources forestières additionnelles sont, de façon urgente, nécessaires pour approvisionner les communautés locales en bois d'énergie et construction ainsi

qu'en produits forestiers non ligneux (PFNL). D'autre part, le taux élevé des espèces de plantes et animaux en danger (la plupart endémiques) conduit à une demande de projets de restauration et réhabilitation de la forêt ayant pour but la conservation des espèces à risques et restauration des conditions originelles dans la mesure du possible. La combinaison des deux objectifs en favorisant la régénération des espèces autochtones (en danger) par la plantation d'arbres vise à produire des bois de construction et de charbon de bois peut à cet égard être prometteuse.

3.3 Sélection des sites disponibles et leurs caractérisations

Au début de la tentative de reforestation, les sites disponibles (et adaptés) pour les activités de plantation doivent être identifiés. Le type de site dépend de l'objectif, du budget et de la taille envisagée — les terres en jachères aussi bien que les ouvertures dans les forêts dégradées sont possibles. Les sites de plantations sont écologiquement caractérisés par les précipitations annuelles, la durée de la saison sèche, les températures mensuels maximales/minimales et annuelles et les propriétés des sols (tels que texture, nutriments disponibles et pH). La caractérisation des sites est importante pour l'introduction des espèces appropriées (potentiellement non autochtones, voir aussi sous-chapitre 3.5) qui favorisent la colonisation des arbres autochtones et pour les activités de plantations réalisées pour la production rapide d'une haute quantité en biomasse ligneuse. La réussite du matching du site est déterminée par les besoins des espèces à planter. Comme les espèces autochtones sont de préférence utilisées (sous-chapitre 3.5), ce matching pourrait être facilité.

Pour la restauration des terres abandonnées, la disponibilité des sources de semences est critique et est susceptible d'être renforcée dans le voisinage des (restes de) forêts naturelles. L'établissement de sites de reboisement dans la proximité de forêts intactes pourrait, par conséquent, favoriser la régénération naturelle des terres dégradées, voir aussi encadré 3.5.

Encadré 3.1: Besoins en recherche pour la sélection du site

Le rôle des forêts naturelles sur les environs des sites de reforestation devrait être évalué.

3.4 Choisir le design de la reforestation

Le design choisi pour atteindre les objectifs dépend des conditions écologiques prédominantes sur les sites disponibles, l'importance de chaque objectif et les intérêts des parties prenantes (comme les besoins de la population et les traditions). Les approches possibles sont :

Structures en mosaïque : En supposant que les arbres sont plantés artificiellement pour plusieurs objectifs (exemples à des fins de conservation et restauration ainsi que la production de ressources en bois), une tentative possible est de créer des structures en mosaïque où chaque objectif individuel est réalisé sur différents sites. Dans cette approche, la production de bois peut être réalisée via des peuplement (autochtone) nouvellement établie et à croissance relativement rapide ; tandis que la conservation des espèces est surtout réalisée sur d'autres sites (comme des plantations d'enrichissement sur des ouvertures des forêts dégradées).

Approche commune : Tous les objectifs peuvent également être réalisés sur une même zone. Ces systèmes peut être plus diversifiés mais pourrait aussi être économiquement peu réalisables et plus difficiles à implémenter.

Systèmes agroforestiers qui combinent la gestion des récoltes et arbres sur un site.

Méthode des espèces cadres : La « méthode des espèces cadres », qui consiste à planter 20–30 espèces indigènes d'arbres pour rétablir une structure forestière basique et faciliter l'introduction d'espèces autochtones dans le but d'augmenter la biodiversité autochtone, est une option pour la

restauration et réhabilitation de forêts tropicales sèches et est discutée par BLAKESLEY et al. (2002). Les espèces cadres sont des espèces à croissance rapide qui font rapidement ombrage aux mauvaises herbes et attirent des animaux par exemple avec des fruits. L'introduction d'arbres appartenant à ces espèces sur des sites dégradés peut faciliter le processus de restauration naturelle vers la composition des espèces souhaitée (i. e. l'initiale).

Plantations d'enrichissement : Intercalation des espèces désirées sur les sites des forêts dégradées. Les plantations d'enrichissement sont également menées pour améliorer les conditions écologiques (en augmentant la diversité) dans les forêts de plantations (monospécifique).

Plantations : Les peuplements d'arbres à croissance rapide souvent créés pour la production de bois commercial ou de charbon de bois en grande quantité et en peu de temps.

3.5 Sélection des espèces

Outre la définition des objectifs, la réussite des activités de reforestation est primordialement déterminée par la sélection des espèces. Le choix des espèces est complexe et est influencé par les objectifs de gestion (et étroitement lié au produit de bois souhaité, par exemple charbon vs. bois de construction), les conditions locales des sites, notamment les précipitations et les propriétés du sol, et l'autoécologie des espèces. Les principales questions qui déterminent le choix des espèces sont (adapté de ONYEKWELU et al. 2011) :

- Quel est l'objectif de l'activité de reforestation ?
- Quelles espèces sont potentiellement disponibles pour la plantation ?
- Quelles espèces se développeront sur les sites disponibles et comment elles croîtront ?

Pour la production de bois de construction ou de charbon de bois, il y a certaines nécessités pour les espèces à planter. Pour se développer avec succès et être économiquement réalisables, les espèces choisies devront être à croissance relativement rapide et être facile à gérer. Pour des besoins de construction, les espèces sont de préférence dotées de troncs droits et être durables alors que pour le charbon de bois une possibilité de taillis, c'est-à-dire la capacité de repousser rapidement après la coupe, est recommandée. Les espèces qui sont principalement plantées pour la production de bois (d'énergie) ou de charbon de bois devraient montrer en outre une haute productivité par unité de surface. Généralement, les espèces ne devraient pas affecter négativement les caractéristiques importantes de l'écosystème comme le sol, nappe phréatique ou espèces autochtones de valeur. Si la reforestation nécessite la plantation d'espèces non autochtones, suivant ONYEKWELU et al. (2011), les habitats naturels de ces espèces peuvent initialement fournir le meilleur guide pour le type de site de plantation nécessaire (site matching).

Afin d'inverser la tendance de la dégradation de la déforestation des forêts, l'introduction de certaines espèces peut accélérer le processus de succession en vue de la composition d'espèces (initiale) désirée (KHURANA et SINGH 2001a). Ceci est important parce que les espèces qui colonisent naturellement les sites dégradés sont souvent les plantes typiques des terres perturbées (parfois des plantes envahissantes) et non celles de la structure des espèces initiales. Ces espèces peuvent toutefois persister et dominer l'écosystème pendant une longue période (KHURANA et SINGH 2001a). Le processus de restauration et de réhabilitation devrait contrer ce développement. La majorité des espèces des forêts sèches sont typiquement à graines dispersées par le vent. Intercaler la plantation avec les espèces à graines dispersées par les animaux peut augmenter la diversité et aider à la restauration de la composition spécifique initiale. Pour la restauration des terres abandonnées, la sélection et la culture d'arbres cadres (voir sous-chapitre 3.4) peut être bénéfique (BLAKESLEY et al. 2002). Les animaux attirés dispersent les espèces non plantées et en conséquence favorisent la colonisation d'autres plantes autochtones.

Planter des arbres de sous-étage et d'étage dominant qui fournissent des

produits différents (par exemple charbon de bois ou bois de construction) ou la plantation intercalaire des arbres légumineux (fixatrices d'azote) sont généralement des outils bénéfiques qui peuvent être incorporés dans le processus de gestion pour augmenter la biomasse et favoriser la régénération naturelle des espèces autochtones dans un site dégradé ou reboisé. Les sites sévèrement dégradés en jachère ou les forêts dégradées pourraient en général profiter de la « préparation » avec des espèces héliophiles à gros fruits qui sont en mesure de promouvoir la régénération des espèces autochtones de fin de succession sous leur canopée (GRISCOM et ASHTON 2011).

Pour tout projet de plantation à grande échelle, une grande quantité de graines de bonne qualité doit être disponible. Cependant, le manque de matériel de reproduction est considéré comme l'une des raisons les plus importantes qu'il n'existe que peu de plantations à grande échelle avec des espèces autochtones (ONYEKWELU et al. 2011). Ainsi, la production de semences fructueuse est la condition préalable pour qu'une espèce soit choisie pour de larges plantations, voir ci-dessous.

3.5.1 Espèces autochtones versus espèces exotiques

Pour faciliter la restauration des forêts sèches dégradées, pour remplir les conditions préalables des espèces et pour favoriser la diversité d'espèces à toutes les échelles (HIGMAN et al. 2005), un mélange de différentes espèces et des âges est crucial. La décision s'il convient d'inclure des espèces exotiques est influencée par les interactions entre les objectifs de la reforestation, les conditions écologiques prédominant qui déterminent les espèces indigènes appropriées et leur disponibilité de semences. Il y a plusieurs avantages associés aux espèces non autochtones tels que la croissance relativement rapide peu exigeante, la gestion bien établie, ainsi que les expériences sylvicoles et la disponibilité de semences de haute qualité dans une grande quantité. Malgré cela, l'introduction d'espèces exotiques possède également plusieurs inconvénients. Premièrement, il y a un risque potentiel que les espèces plantées puissent devenir envahissantes et supprimer les espèces autochtones

désirées en les surclassant pour l'eau ou les nutriments. Deuxièmement, les espèces non autochtones produisent souvent une gamme limitée de biens et services écosystémiques (LAMB et al. 2005) et peuvent ainsi avoir une valeur globale réduite pour la population et l'écosystème. Ceci pourrait réduire l'acceptation des activités de reforestation au sein des communautés. Troisièmement, le reboisement avec des espèces exotiques offre généralement, pour les espèces d'animaux autochtones, moins d'habitat et de nourriture qu'avec les espèces autochtones.

Les espèces autochtones d'une part, sont mieux adaptées à l'environnement et sont, par conséquent, plus enclins à mettre ou faciliter la régénération d'autres espèces (autochtones) de plantes et d'attirer des animaux. En outre, elles sont mieux capables de fournir plusieurs biens et services pour la population locale (exemples : énergie, nourriture, remèdes) et de l'écosystème et augmentent l'importance et la valeur globale des activités de reboisement dans une communauté. Les inconvénients associés aux espèces autochtones sont souvent le manque d'expérience et de connaissances en ce qui concerne leur gestion ainsi que l'enjeu de produire de haute qualité et quantité de semences.

Pour les raisons mentionnées ci-dessus, inclure des espèces autochtones est fortement suggérée pour des projets ayant pour objet la réhabilitation de sites dégradés et approvisionnant la population en ressources importantes. Comme les impacts écologiques des espèces allochtones ne sont pas prévisibles, quand elles sont plantées, des observations attentionnées et recherches d'impacts sur des essais à multiples étapes sont nécessaires.

3.5.2 Sélection des provenances

Les populations d'espèces d'origines différentes (provenances) se développant sur des environnements distincts peuvent présenter différentes phénologies et mode de croissance. La considération des provenances, c'est-à-dire les provenances plus productives au sein d'une espèce dans une zone donnée, est cependant essentielle pour la réussite de l'effort de reforestation

(GÜNTER 2011 ; KHURANA et SINGH 2001a ; ONYEKWELU et al. 2011). Certaines variations sur la provenance des semences sont recommandées pour accroître la diversité génétique, spécialement en matière de résilience aux attaques des insectes, flambée de maladies ou des situations imprévisibles qui sont — par exemple — associées aux changements climatiques. En cas de

Encadré 3.2: Besoins en recherche pour la sélection des espèces et site matching

Un des plus grands challenges dans les zones tropicales sèches est la sélection d'espèces qui répondent aux objectifs du projet. Celles-ci sont principalement des espèces qui présentent de bonnes modes de reproduction et ont une croissance relativement rapide. Selon l'objectif général d'un projet de plantation, une première présélection des arbres hors du groupe de l'espèce régionale devrait être faite en fonction des caractéristiques d'arbres les plus favorisées telles que capacité de produire des rejets, une croissance rapide ou le type de fruits pour la pertinence comme arbres cadres. Des essais à petite échelle devraient être établis pour ces espèces ainsi que le taux de survie et des performances de croissance des arbres (et semis dans des pépinières) documentés de façon précise. Les espèces cultivées avec succès peuvent éventuellement être examinées pour les meilleures provenances. Les espèces sélectionnées sont ensuite plantées pour des essais à grande échelle. Plusieurs combinaisons d'espèces sont examinées pour meilleur choix. L'identification et l'établissement des espèces d'arbres cadres devraient être implémentés dans le processus de planification pour restaurer une structure de base et de catalyser la régénération des espèces autochtones (BLAKESLEY et al. 2002).

Des essais sur le terrain à petite et grande échelle sont indispensables pour examiner la pertinence des espèces spécifiques au projet et l'occurrence des impacts écologiques négatifs.

changement des conditions, il est plus probable que l'une des provenances choisies soit résistante et peut faire face à l'évolution actuelle lorsque la diversité génétique est plus élevée.

3.6 Ensemencement, plantation et croissance des semis

Comme mentionné plus haut, les graines des espèces à planter doivent être disponibles en grandes quantités. Cela reste difficile car les semences ou jeunes plants d'espèces autochtones peuvent rarement être achetés sur les marchés locaux (contrairement aux semences d'espèces exotiques de plantation). En conséquence, les graines doivent être collectées sur des arbres qui présentent les qualités désirées. Selon les exigences de germination des espèces individuelles, les semences sont soit cultivées dans des pépinières, puis transférées et plantées sur leur site permanent ou directement semées sur les sites de reforestation (semis direct). Le semis en pépinière est préférable pour réduire la mortalité des semis lorsque les graines sont rares, ne germent pas facilement et se développent dans des conditions difficiles, mais le coût est plus intense. Selon PANDEY et PRAKASH (2014), le semis direct est préférable aux semis produits en pépinière en ce qui concerne le développement des racines car les plantes semées directement établissent des systèmes de racines plus profonds. Cependant, le semis en pépinière est la méthode commune souvent appliquée.

L'humidité du sol et les précipitations sont une des facteurs les plus importants influençant la germination des graines et la croissance des semis. Plusieurs graines des espèces d'arbres tropicaux sont matures durant la saison sèche et sont dispersées au début de la saison de pluies (KHURANA et SINGH 2001a), quand les conditions de germination sont favorables. Souvent, la mortalité des semis peut ainsi être réduite par l'augmentation de l'humidité du sol dans les pépinières. La collecte des semences à la fin de la saison sèche et les ensemencement (ou planter les semis des pépinières) quand l'humidité du sol est suffisante — communément au début de la saison des

pluies — est cependant recommandée (BLAKESLEY et al. 2002 ; VIEIRA et SCARIOT 2006).

Les espèces individuelles favorisent différentes conditions d'environnement pour la germination et la croissance des semis. Un endroit adéquat pour planter ou ensemercer sur des sites permanents est donc crucial pour la survie et la viabilité des arbres dans des conditions sèches. Les espèces ne sont pas pareils au niveau de leur tolérance en lumière et en ombre aux différents stades de développement. Établir les semis sur les zones ouvertes (pour les espèces tolérant la lumière) ou sous la canopée des arbres existants (pour les espèces tolérant l'ombre) accroîtra la possibilité d'un taux de survie plus élevé. Ceci est particulièrement important car le stress hydrique est le facteur dominant provoquant la mortalité des semis au cours de la saison sèche. L'ombrage pourrait empêcher la mortalité des semis (FREDERICKSEN 2011) mais dépend des demandes individuelles d'une espèce donnée.

L'utilisation de fertilisant — généralement d'azote ou de potassium au cours de la saison de croissance (ONYEKWELU et al. 2011) — peut améliorer la croissance des semis mais est généralement coûteux. L'inoculation avec du mycorhize est discutée car cela augmente la facilité d'accès des semis à l'eau et nutriments (phosphore en particulier) (KHURANA et SINGH 2001a). Le tranchage est reporté par KHURANA et SINGH (2001b) pour la réduction des compétitions souterraines dans les sites permanents. D'autres préparations du sol, comme le paillage ou le terrassement, peuvent être nécessaires quand les semis ou semences sont plantés et semés sur leurs sites permanents.

En ce qui concerne la plantation de semis (ou des graines), une densité de plantation adéquate est essentielle en fonction de la faible humidité du sol.

3.6.1 Distribution des semences

Les stratégies de distributions spécifiques individuelles des semences sont importantes pour le processus de régénération naturelle des espèces (plantées). La connaissance de ce processus augmente la chance de répondre aux

besoins spécifiques des espèces. Beaucoup des espèces des forêts tropicales sèches sont de type dispersées par le vent ou dispersées par gravité. Les graines de type dispersées par le vent sont généralement connues pour sa propagation à quelques centaines de mètre de leur source de semences et sont donc susceptibles de se répartir assez facilement. D'une part, certains arbres dont l'origine est la dispersion animale ne se propagent pas à cause de l'absence de vertébrés (tel que les lémuriniens, PANDEY et PRAKASH 2014). Inclure ces arbres augmentera la diversité. De l'autre part, l'introduction d'espèces qui attirent les espèces disséminatrices devraient aussi être considérée.

Encadré 3.3: Challenges et besoins en recherche de la production de graines et physiologie, ensemencement et croissance des semis

Un challenge majeur associé à la collecte de semences est la haute qualité requise des sources des graines, c'est-à-dire des arbres sains avec les caractéristiques attendues comme une croissance rapide en quantité adéquate. Puisqu'un grand nombre des espèces désirées ne sont pas fréquents, surtout lorsqu'elle est menacée, la sélection des arbres adéquats peut s'étendre sur une surface de plusieurs centaines d'hectares (ONYEKWELU et al. 2011), et nécessite ainsi des efforts élevés. Pour résoudre ce problème, des multiplications végétatives (de boutures tiges) ont été pratiquées dans certains endroits mais des expériences dans des forêts tropicales sont rares (BELLEFONTAINE et al. 2000). La technique, cependant, ne sera d'intérêt que pour augmenter la production de bois, mais est discutable en ce qui concerne la diversité génétique, parce que les plantes multipliées végétativement sont des clones de leur plante-mère. Il est par conséquent recommandé de mettre en place des pépinières qui, plus tard, faciliteraient la production de semences.

La reproduction des plantes est généralement influencée par des facteurs environnementaux variés tels que la température, la lumière, l'humidité et les nutriments du sol et prédateurs (KHURANA et SINGH 2001a).

La recherche spécifique de l'espèce devrait se concentrer sur le moment optimal de la collecte, traitements de semences requis, conditions de stockage, durée maximum de la viabilité et temps de germination des semences. En plus, la capacité de rester en dormance – une stratégie pour éviter des conditions environnementales défavorables pour l'établissement des semis – qui est particulièrement associée aux espèces des forêts tropicales sèches devraient être considérée car ils nécessitent souvent des traitements de levée de dormance spécifiques (voir BELLE-FONTAINE et al. (2000) pour plus d'informations). Les recherches doivent en outre adresser, pour chaque espèce, les durées et les requis pour la germination (comme les températures optimales pour la germination des graines), la croissance des semis (comme l'exposition à la lumière) ainsi que le moment et les conditions optimaux pour la plantation. Les identifications des niches de germination peuvent en outre maximiser la germination des espèces autochtones attendues (KHURANA et SINGH 2001b). Une vue d'ensemble concernant l'écologie des semences des arbres et germination ainsi que l'implication de celles-ci pour la conservation et restauration des forêts tropicales est donnée par KHURANA et SINGH (2001b).

La collecte des semences, la croissance des semis en pépinière ainsi que la plantation des différentes espèces peuvent être difficiles sur le plan logistique car les fruits de ces dernières ne sont pas matures en même temps et leur dormance et germination varient considérablement. BLAKESLEY et al. (2002) montre un bon exemple d'implémentation d'une telle investigation et les problèmes associés.

Les informations nécessaires concernant le semis direct et en pépinière sont comparables mais les deux systèmes ne pourraient pas être adéquats pour toutes les espèces. Ainsi, la préférence pour une méthode de semis au lieu de l'autre nécessite des recherches. PANDEY et PRAKASH (2014) proposent un aperçu des espèces susceptibles de convenir au semis direct. En tenant compte des variations sur le mode de germination, la croissance des semis et la durabilité suivant les provenances, les recherches devraient aussi se focaliser sur l'identification des meilleures

origines.

La création de pépinières, les essais sur le terrain pour une étude approfondie de la croissance des semis dans divers plots expérimentaux (en variant la densité de la plantation par exemple), et éventuellement pour la production des semences des espèces attendues, aussi bien que la surveillance du mode de reproduction est ainsi essentielle.

3.7 Traitements sylvicoles pour favoriser la croissance des espèces plantées

Les décisions pour l'application de traitements sylvicoles tels que le désherbage ou l'éclaircie dépendent des espèces plantées, le peuplement forestier, l'effort et le budget disponible. Étant donné que le plus grand challenge sur les forêts sèches est le bas taux de survie des semis et — pour la production de bois de construction ou d'énergie — une croissance relativement lente, l'application de traitements qui favorisent la croissance des espèces désirées est recommandée. Le contrôle de la végétation compétitrice sur les différents stades de développement peut augmenter la croissance de la plante et la production de biomasse. Un périmètre désherbé de un mètre de diamètre autour des arbres au moment de la plantation jusqu'à la fermeture de la canopée est, par exemple, suggéré par ONYEKWELU et al. (2011) pour les arbres cultivés en plantation. L'utilisation de produits chimiques doit être évitée dans une région à haute diversité et valeur de conservation car leurs effets sur l'écosystème ne sont pas complètement prévisibles et leur utilisation étendue est souvent trop cher pour les villageois. Le désherbage manuel est donc généralement préféré à l'application d'herbicide. L'éclaircie des arbres concurrents (par exemple pour la lumière) ou ouverture des canopées peuvent être bénéfiques là où la croissance des espèces désirées doivent être favorisée. Cependant, comme les structures forestières dans les forêts tropicales sèches diffèrent de celles des forêts tropicales humides, d'autres traitements sylvicoles (promouvoir les tiges droites) souvent appliqués pourraient ne pas être appropriés dans des environnements secs car la

densité possible des troncs pourrait être insuffisante. La présélection des arbres qui montrent naturellement des caractéristiques désirées, comme des tiges droites pour un usage commercial, est préférable. Pour la production de bois de chauffage, normalement aucun traitement d'éclaircissage n'est nécessaire. L'application de fertilisant peut favoriser la croissance sur les sols pauvres en nutriments mais pourraient être coûteuse aux communautés locales. L'introduction d'espèces fixatrices d'azote peut être une alternative – comme mentionnée plus haut. Laisser des résidus de récolte sur place et éviter le compactage du sol sont d'autres moyens pour maintenir ou améliorer la fertilité du site (voir encadré 3.4).

Encadré 3.4: Besoins en recherche de traitements sylvicoles

Les recherches doivent examiner le potentiel des traitements sylvicoles pour favoriser la croissance des arbres. L'investigation en désherbage, la plantation intercalaire d'arbres fixateurs d'azote et l'utilisation de couverture herbacée légumineuse pour favoriser la croissance des semis et des arbres est particulièrement recommandée. Ainsi, l'interaction entre les espèces d'arbres plantées et le couvert végétal herbacé doit être pris en compte et observé que ce dernier peut tenir à la fois un rôle de facilitateur ou de compétiteur. Les enregistrements des traitements spécifiques des rendements des arbres sont essentiels sur les essais.

3.8 Contrôle des feux et et du pâturage

Même si les feux peuvent stimuler la germination des graines de certaines espèces adaptées (KHURANA et SINGH 2001a), les brûlages répétés affectent généralement de façon négative la croissance des semis et des arbres et altèrent la composition des espèces vers des structures typiques des régions perturbées et doivent, par conséquent, être évités.

La pression des pâturages dans plusieurs forêts sèches est connue pour être un facteur réduisant la régénération naturelle des espèces et affectant la composition des espèces. Le compactage du sol par les bovins pourrait contribuer davantage à la réduction de la régénération dans les zones fortement pâturées. A cet égard, les semis plantés doivent être protégés contre ces impacts, ce qui peut être très difficiles dans les régions où l'élevage extensif a une grande importance culturelle. La clôture des sites est par conséquent un outil prometteur dans la restauration des forêts. Comme les plantes issues de graines montrent en général une croissance lente, elles nécessitent en outre une période (parfois très longue) de protection (BELLEFONTAINE et al. 2000). Bien que le pâturage a également été utilisé pour contrôler les herbes envahissantes et le feu (réduction des charges de combustible) dans certains endroits, l'influence négative sur la régénération des espèces forestières pourrait être trop élevée pour justifier ces techniques (STERN et al. 2002). L'introduction d'espèces moins sensibles à la prédation et au broutage (VIEIRA et SCARIOT 2006), tout en respectant les objectifs du projet, pourraient être utile lorsque la construction d'enclos est difficile (voir encadré 3.5).

3.9 Opérations de récolte

Les techniques de récoltes communes appliquées dans la gestion durable des forêts tropicales humides doivent être considérées. Un diamètre commercial minimal spécifique de l'espèce pour la récolte de l'arbre doit être réalisé (voir encadré 3.6).

Encadré 3.5: Besoins en recherche des pâturages et de la prévention des feux

Le potentiel de la réduction de la pression des pâturages pour augmenter les chances de régénération naturelle des espèces forestières autochtones devrait être étudiée. Des essais de sites clôturés (clôtures vivantes) établis dans un gradient spatial à des forêts naturelles, ou îlots de forêts naturelles, sont recommandés afin d'étudier à la fois l'impact général du pâturage sur la régénération des plantes et le rôle des forêts naturelles dans le voisinage des zones à restaurer.

L'impact du désherbage manuel est investiguée par la comparaison des sites désherbés et non désherbés, qui autrement, montrent des conditions comparables.

Encadré 3.6: Challenges et besoin en recherches des opérations de récolte

Pour assurer une gestion et l'utilisation des ressources en bois durable, un diamètre minimum spécifique pour la récolte doit être identifié au niveau des espèces. Ceci, cependant, reste difficile car peu expériences et d'informations existent sur la croissance des espèces de la région. Les premiers plans de récolte devraient être élaborés avec l'aide des populations locales qui sont généralement familières avec la croissance des arbres locaux. Des enregistrements réguliers de la croissance et inventaires sont recommandés pour investiguer le mode de croissance individuelle des espèces d'arbres et des peuplements plantés ou enrichis.

4 Implémentation des efforts de reforestation

Dans les chapitres précédents, nous avons décrit les options et les aspects possibles pour la reforestation des sites (forêts) dégradés. Les différents besoins de recherches liés à la plantation qui déterminent le succès des efforts de reforestation ne peuvent, cependant, être réalisés que lorsque le financement et les questions organisationnelles sont abordés lors de la planification de la reforestation. En raison du manque de soutien financier, des investigations à grande échelle (par exemple, des essais prolongés pour les appariements espèces sites) ne sont souvent pas réalisables (SCHNEIDER et al. 2014). Une première production de semis et des essais de pépinière d'arbres à petite échelle à l'école ou des programmes universitaires pourraient être une option pour la réalisation de ces investigations, car ils ont seulement de faibles coûts associés, peu de difficultés logistiques et requièrent de petites surfaces. Ces essais, rentables à petite échelle, peuvent fournir des informations très précieuses pour les projets subséquents de reboisement. Promouvoir la mise en place de ces essais est fortement recommandée car toute tentative de reboisement est basée sur des observations à long terme. La coopération avec les institutions de semences locales telles que le « Silo National des Graines Forestières » (SNGF) peut réduire considérablement les efforts liés à la première collecte des graines. En général, toutes les informations existantes et les expériences des anciens projets devraient être utilisées pour minimiser les besoins de la recherche.

5 Conclusion

Dans les chapitres précédents, nous avons mis l'accent sur les aspects écologiques et techniques associés à la réussite des efforts de reforestation. Les aspects socio-économiques et institutionnels mentionnés sont tout aussi importants et doivent être abordés pour une approche de reboisement réussie.

Les aspects présentés dans ce document ont montré qu'il y a de fortes incertitudes et challenges associés à la plantation d'arbres dans la zone subaride du sud-ouest de Madagascar. Ceux-ci sont en particulier associés à une sélection des espèces appropriées et une méconnaissance large du mode de reproduction individuel des espèces autochtones.

Néanmoins, il pourrait également être montré que plusieurs techniques de gestion, liées aux différents stades de développement des espèces plantées, existent. Il en résulte un fort potentiel pour améliorer la croissance des arbres et le taux de survie des semis et peut favoriser la régénération naturelle des arbres autochtones rétablissant ainsi les conditions initiales ainsi que prévenir la perte de biodiversité. La pertinence des options de gestion présentées doit être validée par des observations minutieuses et la mise en place d'essais en plusieurs étapes à long terme sur le terrain. La connaissance de la biologie des espèces et des modes de reproduction doit être en particulier améliorée afin d'optimiser l'ensemencement, la plantation et la croissance des semis et des arbres à la fois dans les pépinières et les sites permanents de reforestation, assurant ainsi un taux de survie accru et une performance améliorée des arbres. L'introduction d'outils de gestion naturelle tels que la mise en place d'arbres cadres ou le mélange avec des légumineuses ou des couvertures herbacées devrait être étudiée comme une possibilité d'augmenter la croissance dans ces conditions difficiles. Une meilleure compréhension des exigences environnementales des espèces (besoin d'ombre ou tolérance à la lumière) augmentera en outre la possibilité d'une approche réussie de plantation artificielle.

L'observation attentive des effets (négatifs) induits sur l'écosystème par

les activités de plantation est fortement recommandée à chaque étape du processus. Sans la mise en place des essais à long terme dans une approche en plusieurs étapes (des essais à petites échelles à des essais à grandes échelles), la réussite des activités de plantation artificielles d'arbres reste à haut risque.

Bibliographie

- BELLEFONTAINE, R., A. GASTON et Y. PETRUCCI (2000). **Management of natural forests of dry tropical zones**. T. 32. FAO conservation guide. Rome et [Great Britain] : Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- BLAKESLEY, David, Stephen ELLIOTT, Cherdsak KUARAK, Puttipong NAVAKITBUMRUNG, Sudarat ZANGKUM et Vilaiwan ANUSARNSUNTHORN (2002). « Propagating framework tree species to restore seasonally dry tropical forest : Implications of seasonal seed dispersal and dormancy ». **Forest Ecology and Management** 164.1-3, p. 31–38.
- BRINKMANN, Katja, Fanambinantsoa NOROMIARILANTO, Rakotomalala Yedidya RATOvonAMANA et Andreas BUERKERT (2014). « Deforestation processes in south-western Madagascar over the past 40 years : What can we learn from settlement characteristics ? » **Agriculture, Ecosystems & Environment** 195, p. 231–243.
- CIFOR REHAB TEAM (2004). **Review of Forest Rehabilitation initiatives : Lessons from the Past**.
- ELMQVIST, T., M. PYYKÖNEN et M. TENGÖ (2010). « Spontaneous Regeneration of Tropical Dry Forest in Madagascar : The Social–Ecological Dimension ». **Reforestation landscapes**. Sous la dir. de H. NAGENDRA et J. SOUTHWORTH. T. v. 10. Landscape series. Dordrecht, London et New York : Springer, p. 297–313.
- ETTER, H., S. SEPP, K. ACKERMANN et PLUGGE, D. AND SCHAUER, M. (2014). « Modernization of wood energy in northern Madagascar ». **ETFRN News 56 : November 2014**.
- FAO (2012). **Guidelines for institutionalizing and implementing community-based forest management in Sub-Saharan Africa**. Accra : Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FREDERICKSEN, T. S. (2011). « Review Silviculture in Seasonally Dry Tropical Forests ». **Silviculture in the Tropics**. Sous la dir. de Sven GÜNTER, Michael WEBER, Bernd STIMM et Reinhard MOSANDL. T. 8. Tropical forestry. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, p. 239–260.

- GILMOUR, D. A., VĀfn Sá°fn NGUYÁ°½Ĭ,N et Xiong TSECHALICHA (2000). **Rehabilitation of degraded forest ecosystems in Cambodia, Lao PDR, Thailand and Vietnam**. Conservation issues in Asia. IUCN Asia.
- GRISCOM, H. P. et M. S. ASHTON (2011). « Restoration of dry tropical forests in Central America : A review of pattern and process ». **Forest Ecology and Management** 261.10, p. 1564–1579.
- GTZ/GREEN-MAD (2007). **Le reboisement villageois individuel : Stratégies, techniques et impacts de GREEN-Mad (MEM-GTZ) dans la région d’Antsiranana Madagascar**. Sous la dir. de DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT (GTZ) GMBH. Eschborn.
- GÜNTER, Sven (2011). **Silviculture in the tropics**. Tropical forestry. Berlin, Heidelberg et New York : Springer.
- HIGMAN, S., J. MAYERS, S. BASS, N. JUDD et R. NUSSBAUM (2005). **The sustainable forestry handbook : A practical guide for tropical forest managers on implementing new standards**. 2nd ed. Earthscan forestry library. London et Sterling, VA : Earthscan.
- KHURANA, Ekta et J. S. SINGH (2001a). « Ecology of seed and seedling growth for conservation and restoration of tropical dry forest : A review ». **Environmental Conservation** 28.01.
- KHURANA, Ekta et J. S. SINGH (2001b). « Ecology of tree seed and seedling growth : Implications for tropical fire conservation and restoration ». **Current Science** 80.6.
- LAMB, D. et D. A. GILMOUR (2003). **Rehabilitation and Restoration of degraded Forests**.
- LAMB, D., A. L. HOE, V. POOPATHY, A. S. et P. B. DURST (2005). **Helping forests take cover : On forest protection, increasing forest cover, and future approaches to reforesting degraded tropical landscapes in Asia and the Pacific**. T. 2005/13. RAP publication. Bangkok, Thailand : Food and Agriculture Organization of the United Nations, Regional Centre for Asia and the Pacific.
- LE, Hai Dinh, Carl SMITH, John HERBOHN et Stephen HARRISON (2012). « More than just trees : Assessing reforestation success in tropical developing countries ». **Journal of Rural Studies** 28.1, p. 5–19.

- LOPEZ, P. (2013). **Sustainable wood energy value chains : experiences from Madagascar : Example from the German Malagasy Environmental Programme**. Berlin.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2005). **Ecosystems and human well-being. Desertification synthesis : World Resources Institute, Washington, DC**. Washington, DC.
- MIRANDA, R. C. de, S. SEPP, E. CECCON, S. MANN et B. SINGH (2010). **Sustainable Production of commercial Woodfuels : Lessons and Guidance from two strategies**. Sous la dir. de THE INTERNATIONAL BANK FOR RECONSTRUCTION AND DEVELOPMENT/THE WORLD BANK GROUP. Washington, DC.
- OLSON, D. M. et E. DINERSTEIN (2002). « The Global 200 : Priority ecoregions for global conservation ». **Annals of the Missouri Botanical Garden** 89(2), p. 199–224.
- ONYEKWELU, J. C., B. STIMM et J. EVANS (2011). « Review Plantation Forestry ». **Silviculture in the Tropics**. Sous la dir. de Sven GÜNTER, Michael WEBER, Bernd STIMM et Reinhard MOSANDL. T. 8. Tropical forestry. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, p. 399–454.
- PANDEY, D. N. et N. P. PRAKASH (2014). « Tropical Dry Forest Restoration : Science and Practice of Direct Seeding in a Nutshell ». **RSPCB Occasional Paper** 7.
- SCHNEIDER, Tina, Mark S. ASHTON, Florencia MONTAGNINI et Paciencia P. MILAN (2014). « Growth performance of sixty tree species in smallholder reforestation trials on Leyte, Philippines ». **New Forests** 45.1, p. 83–96.
- STERN, Margaret, Mauricio QUESADA et Kathryn E. STONER (2002). « Changes in composition and structure of a tropical dry forest following intermittent cattle grazing ». **Revista de biologia tropical** 50.3-4, p. 1021–1034.
- UNITED NATIONS (2011). **Global-Drylands : A UN system-wide response : United Nations Environment Management Group**. Sous la dir. d'UNITED NATIONS ENVIRONMENT MANAGEMENT GROUP.
- VIEIRA, Daniel L. M. et Aldicir SCARIOT (2006). « Principles of Natural Regeneration of Tropical Dry Forests for Restoration ». **Restoration Ecology** 14.1, p. 11–20.