

# CHAPITRE 3

## RECONNAÎTRE LE PROBLÈME

La dégradation des forêts inverse et entrave la succession naturelle de la forêt, tandis que la restauration forestière favorise sa succession et accélère le retour à l'état climacique. Toutes les démarches nécessaires pour restaurer un écosystème forestier climacique dépendent du stade de succession auquel la végétation a été ramenée et des facteurs limitant sa succession. La complexité, l'intensité et le coût de la restauration augmentent en fonction du niveau de dégradation.

Les diagrammes et les notes dans ce chapitre vous aideront à reconnaître le niveau général de la dégradation dans votre zone de restauration et à décider de la stratégie globale de restauration à adopter (sur la protection, la régénération naturelle accélérée, la méthode des espèces «framework», les techniques de diversité maximale, les écosystèmes nourriciers, etc.). Une fois que vous avez choisi une stratégie de restauration, la prochaine étape consiste à procéder à une évaluation du site qui vous permettra de déterminer les détails nécessaires sur la stratégie de la mise en place des opérations de gestion (voir Section 3.2). Vous passerez ensuite à la planification de votre projet de restauration (voir Chapitre 4). La mise en œuvre de chaque stratégie de restauration est ensuite expliquée en détail au Chapitre 5, tandis que la culture et la plantation d'arbres (potentiellement nécessaires pour la restauration des sites ayant atteint les stades 3–5 de dégradation) sont décrites aux Chapitres 6 et 7.

### 3.1 Reconnaître les niveaux de dégradation

Il existe cinq grands niveaux de dégradation, dont chacun nécessite une stratégie de restauration différente. On peut les distinguer selon six «seuils» critiques de la dégradation, dont trois correspondent au site en cours de restauration et trois au paysage environnant.

#### Seuils critiques ayant trait au site:

- 1) La densité des arbres est réduite de telle sorte que les plantes herbacées dominent le site et contrôlent l'établissement des plantules (voir **Section 2.2**).
- 2) Les sources locales de la régénération de la forêt (c.-à-d. la banque de graines ou de semis, les souches vivantes, les arbustes semenciers, etc.) sont inférieures à la quantité nécessaire pour maintenir des populations viables des essences forestières climaciques (voir **Section 2.2**).
- 3) La dégradation des sols est dans une stade très avancée de telle sorte que les mauvaises conditions édaphiques limitent la mise en place des plantules d'arbres.

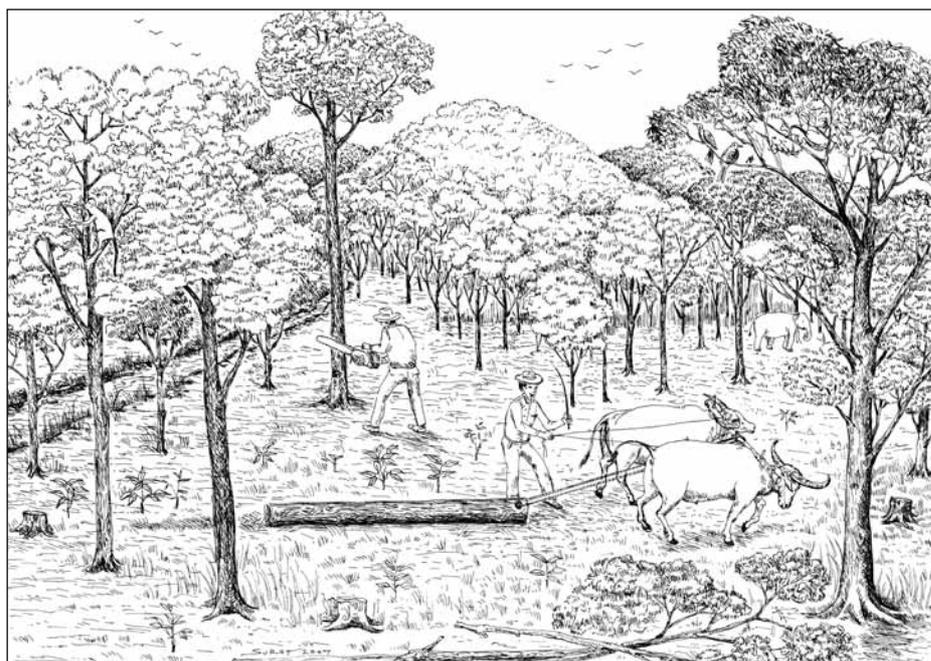
#### Seuils critiques ayant trait au paysage:

- 4) Des petits vestiges de forêt climacique persistent dans le paysage, si bien que la diversité des espèces d'arbres dans la zone de dispersion du site de restauration n'est pas suffisante pour représenter la forêt climacique.
- 5) Les populations des animaux disperseurs de graines sont tellement réduites que les graines ne sont plus transportées sur le site de restauration où les densités sont suffisamment élevées pour rétablir toutes les espèces d'arbres nécessaires (voir **Section 2.2**).
- 6) Le risque d'incendie s'accroît tellement que les arbres établis naturellement ont peu de chance de survivre en raison de la prolifération des plantes herbacées combustibles dans le paysage autour du site de restauration.

La dominance des plantes herbacées dans un site marque un pont critique, où la protection seule n'est plus suffisante pour restaurer la forêt. Les plantules d'arbres sous le feuillage des plantes herbacées doivent être «assistés» par le désherbage ou complétés par la plantation d'espèces d'arbres «framework».



### 3.1 RECONNAÎTRE LES NIVEAUX DE DÉGRADATION



Stade 1  
de la  
dégradation

SEUILS CRITIQUES AYANT TRAIT AU SITE		SEUILS CRITIQUES AYANT TRAIT AU PAYSAGE	
<b>Végétation</b>	Prédominance des arbres sur les plantes herbacées	<b>Forêt</b>	De vastes vestiges subsistent comme sources de graines
<b>Sources de régénération</b>	Nombreuse: banque de graines viables dans le sol; banque de semis dense; une pluie dense de graines; souches d'arbres vivants	<b>Disperseurs de graines</b>	Répandus, aussi bien pour les espèces de grandes et petites tailles
<b>Sol</b>	Faible perturbation au niveau local; demeurant fertile	<b>Risque d'incendie</b>	Faible à moyen

#### STRATÉGIE DE RESTAURATION RECOMMANDÉE:

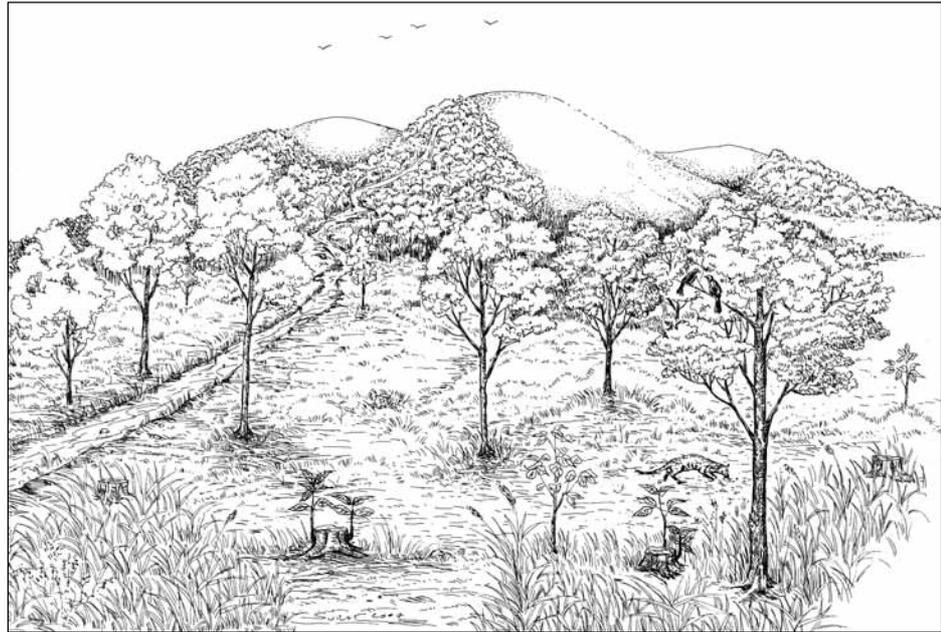
- Protection contre l'empiètement, le bétail, le feu et autres perturbations supplémentaires, et interdiction de la chasse des animaux disperseurs de graines
- Réintroduction des espèces disparues localement

#### OPTIONS POUR AUGMENTER LES AVANTAGES ÉCONOMIQUES:

- Réserves d'extraction pour une utilisation durable des produits forestiers
- Ecotourisme

## CHAPITRE 3 RECONNAÎTRE LE PROBLÈME

Stade 2  
de la  
dégradation



SEUILS CRITIQUES AYANT TRAIT AU SITE		SEUILS CRITIQUES AYANT TRAIT AU PAYSAGE	
<b>Végétation</b>	Végétation mixte constituée d'arbres et de plantes herbacées	<b>Forêt</b>	Des vestiges subsistent comme sources de graines
<b>Sources de Régénération</b>	Banques de graines et de semis appauvries; souches d'arbres vivants répandues	<b>Disperseurs de graines</b>	Les espèces de grande taille deviennent rares, mais celles petites restent répandues
<b>Sol</b>	D'une manière générale, demeurant fertile malgré une faible érosion	<b>Risque de feu</b>	Moyen à élevé

### STRATÉGIE DE RESTAURATION RECOMMANDÉE:

- Protection + RNA
- Réintroduction des espèces disparues localement

### OPTIONS POUR AUGMENTER LES AVANTAGES ÉCONOMIQUES:

- Plantation d'enrichissement avec des espèces économiques disparues à cause de l'utilisation non durable
- Mise en place de réserves d'extraction, afin d'assurer l'utilisation durable des produits forestiers
- Ecotourisme

### 3.1 RECONNAÎTRE LES NIVEAUX DE DÉGRADATION



Stade 3  
de la  
dégradation

SEUILS CRITIQUES AYANT TRAIT AU SITE		SEUILS CRITIQUES AYANT TRAIT AU PAYSAGE	
<b>Végétation</b>	Prédominance des plantes herbacées	<b>Forêt</b>	Des vestiges subsistent comme sources de graines
<b>Sources de Régénération</b>	Provenant surtout de la pluie de graines; quelques gaules et souches vivantes pourraient subsister	<b>Disperseurs de graines</b>	Essentiellement de petits animaux disperseurs de graines
<b>Sol</b>	D'une manière générale, demeurant fertile malgré une faible érosion	<b>Risque de feu</b>	Élevé

#### STRATÉGIE DE RESTAURATION RECOMMANDÉE:

- Protection du site + RNA + plantation d'espèces «framework»

#### OPTIONS POUR AUGMENTER LES AVANTAGES ÉCONOMIQUES:

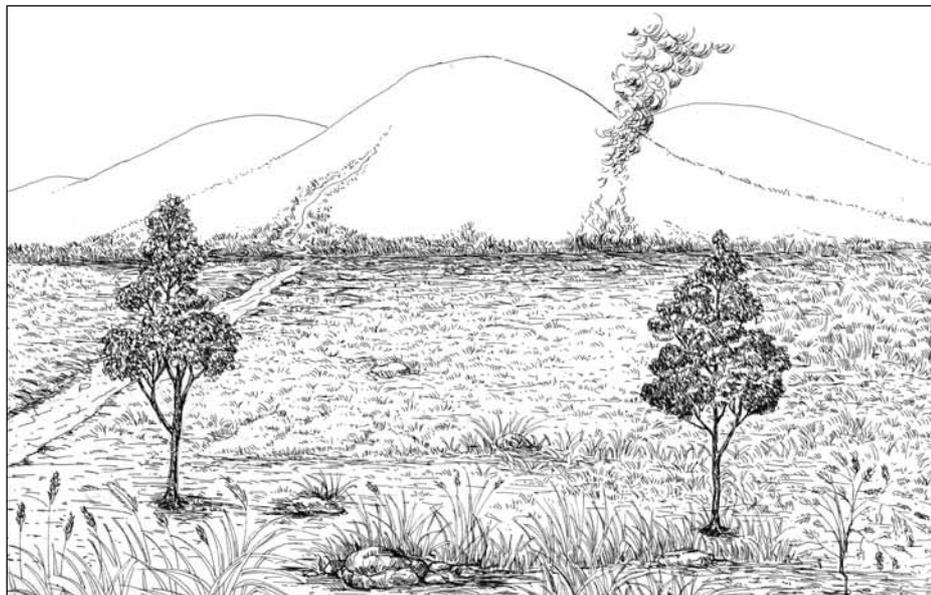
- Plantation d'espèces «framework» qui présentent des avantages économiques
- Garantir la population locale pour bénéficier d'un financement de la plantation d'arbres et de l'entretien du site
- Foresterie analogue<sup>1</sup> ou la «Rainforestation»<sup>2</sup>

<sup>1</sup> en.wikipedia.org/wiki/Analog\_forestry

<sup>2</sup> www.rainforestation.ph/index.html

## CHAPITRE 3 RECONNAÎTRE LE PROBLÈME

Stade 4  
de la  
dégradation



SEUILS CRITIQUES AYANT TRAIT AU SITE		SEUILS CRITIQUES AYANT TRAIT AU PAYSAGE	
<b>Végétation</b>	Prédominance des plantes herbacées	<b>Forêt</b>	Vestiges en très faible quantité ou trop éloignés pour la dispersion des semences d'arbres vers le site
<b>Sources de Régénération</b>	Très peu	<b>Disperseurs de graines</b>	Pratiquement disparus
<b>Sol</b>	Augmentation du risque d'érosion	<b>Risque de feu</b>	Elevé

### STRATÉGIE DE RESTAURATION RECOMMANDÉE:

- Protection du site + RNA + plantation d'espèces «framework» + plantation d'enrichissement avec des espèces climaciques
- Méthodes de diversité maximale (Goosem & Tucker, 1995) telles que la méthode de Miyawaki<sup>3</sup>

### OPTIONS POUR AUGMENTER LES AVANTAGES ÉCONOMIQUES:

- Plantation enrichie avec des espèces économiques + exploitation durable des produits forestiers non ligneux
- Engagement des populations locales dans le programme de restauration
- Foresterie analogue ou la «Rainforestation»<sup>4</sup>

<sup>3</sup> [www.rainforestation.ph/news/pdfs/Fujiwara.pdf](http://www.rainforestation.ph/news/pdfs/Fujiwara.pdf)

<sup>4</sup> [www.rainforestation.ph/index.html](http://www.rainforestation.ph/index.html)

### 3.1 RECONNAÎTRE LES NIVEAUX DE DÉGRADATION



Stade 5  
de la  
dégradation

SEUILS CRITIQUES AYANT TRAIT AU SITE		SEUILS CRITIQUES AYANT TRAIT AU PAYSAGE	
<b>Végétation</b>	Pas de couvert forestier. Le sol pauvre pourrait limiter la croissance des plantes herbacées	<b>Forêt</b>	Généralement absente dans le périmètre de dispersion des graines du site
<b>Sources de Régénération</b>	Très peu ou aucune	<b>Disperseurs de graines</b>	Pratiquement disparus
<b>Sol</b>	Mauvaises conditions du sol limitant l'établissement des arbres	<b>Risque de feu</b>	Initialement faible (les conditions du sol limitent la croissance de la plante) mais s'accroissant avec le rétablissement de la végétation

#### STRATÉGIE DE RESTAURATION RECOMMANDÉE:

- Amélioration du sol par la plantation d'engrais vert et l'ajout de compost, d'engrais ou des micro-organismes du sol
- ... suivie de la plantation d'«arbres nourriciers» — c.-à-d. des arbres rustiques fixateurs d'azote qui permettront d'améliorer davantage le sol (également connue sous le nom de méthode de «plantations servant de catalyseurs» (Parrotta, 2000))
- ... puis de la coupe des arbres nourriciers et leur remplacement progressif par la plantation d'un large éventail d'essences forestières autochtones

#### OPTIONS POUR AUGMENTER LES AVANTAGES ÉCONOMIQUES:

- Il y aura peu d'avantages économiques jusqu'au rétablissement de l'écosystème du sol
- Les plantations d'essences commerciales peuvent être utilisées comme peuplements d'arbres nourriciers pour générer des revenus provenant de la coupe d'arbres
- Mise en place de mécanismes pour faire en sorte que les populations locales bénéficient de l'exploitation des essences commerciales
- Une fois que la plante de l'arbre nourricier est prête pour l'élagage et la modification, l'option pour la réalisation des bénéfices économiques est la même que celle du stade 4 de la dégradation

### 3.2 Evaluation rapide du site

Identifier lequel des cinq stades de la dégradation a été atteint sur un site permettra de déterminer la stratégie de restauration la plus appropriée en général (**Tableau 3.1**). Une évaluation plus détaillée du site est ensuite nécessaire pour définir le potentiel existant pour la régénération naturelle des forêts et identifier les facteurs limitants. Ces facteurs déterminent les activités entreprises et l'intensité du travail nécessaire pour chaque site (et donc les besoins en main-d'œuvre et les coûts). L'idée de projet peut alors commencer à prendre forme.

Pour mener à bien une évaluation simple du site, les matériels suivants sont nécessaires: une boussole, une carte topographique, un système de positionnement géographique (GPS), un appareil photo, des sacs en plastique, une canne de 2 m en bambou ou un objet similaire, un morceau de ficelle marquée exactement à 5 m du bout et des fiches techniques (voir ci-contre et à **l'annexe A1.1**) sur une écritoire à pince avec un crayon.

Invitez toutes les parties prenantes (en particulier les populations locales) à participer à l'étude du site et commencez par marquer les limites du site sur une carte et suivi de l'enregistrement des coordonnées GPS. Ensuite, étudiez la régénération naturelle le long d'un transect à travers le site, au point le plus large. Sélectionnez le point de départ et choisissez la direction (relèvement de boussole) à suivre.

Au point de départ, positionnez la tige de bambou et utilisez la ficelle attachée à elle pour marquer une placette-échantillon circulaire d'un rayon de 5 m. S'il y a des signes que le bétail ait été présent dans la placette-échantillon (par exemple, de la bouse, des empreintes de sabots, des traces de broutage de la végétation, etc.), cochez la colonne de «bétail» sur la fiche technique; faites de même pour les signes de feu (cendres, ou marques noires à la base de la végétation ligneuse). Enregistrez toutes les informations fournies par les participants locaux lorsqu'on les interroge au sujet des différentes utilisations des terres du site dans le passé. Estimez l'étendue de sol exposé dans le cercle (pourcentage de la superficie), demandez aux participants locaux de classer les conditions du sol (bonnes, moyennes, médiocres, etc.) et relevez tous les signes d'érosion du sol. Estimez le pourcentage du couvert et la hauteur moyenne des graminées et des plantes herbacées sur la parcelle et notez si les plantules sont fortement représentées dans la flore du sol.

Notez le nombre de a) des arbres de plus de 30 cm de circonférence à hauteur de poitrine (chp) (soit 1,3 m à partir du sol), b) des jeunes arbres de plus de 50 cm de hauteur (mais de moins de 30 cm de chp) et c) des souches d'arbres vivantes (avec pousses vertes) dans le cercle. Le nombre des individus de régénération par cercle est le nombre total d'arbres dans les trois catégories. Placez les échantillons de feuilles collectés sur chacune des espèces d'arbres trouvées sur le site dans des sacs en plastique. Enfin, prenez des photos orientées plein nord, plein sud, plein est et plein ouest à partir du centre.

Mesurez en comptant vos pas la distance requise le long de la direction déterminée à l'avance jusqu'à la prochaine placette. Prenez des données sur un minimum de 10 points échantillons à travers le site, soit au moins 20 pas de distance. Si le site est grand, placez les points échantillons à une plus grande distance les uns des autres et utilisez plus de points (au moins 5 par hectare). Si le site est petit et que le nombre de points requis ne peut pas être monté dans un seul transect, utilisez alors deux ou plusieurs lignes parallèles placées à des endroits représentatifs dans l'ensemble du site. Une fois que vous avez choisi un azimut pour le titre du transect et une distance entre les points échantillons pour chaque ligne, tenez-vous-en strictement à ces paramètres durant l'enquête.

A la fin de l'enquête, trouvez un espace clair et classez les échantillons de feuilles. Regroupez les feuilles de la même espèce et comptez le nombre d'espèces d'arbres répandues sur le site (c'est-à-dire celles qui sont représentées dans plus de 20% des cercles). Demandez aux populations

Exemple d'évaluation rapide du site									
Cercle	Signes de bétail	Signes de feu	Sol – % exposé/ condition/ érosion	Mauvaises herbes – % couvert/ hauteur moyenne/ ± semis d'arbres	Nbre d'arbres >50 cm de haut (<30 cm chp)	Nbre de souches d'arbres vivantes	Nbre d'arbres >30 cm chp	Nbre total des individus de régénération	
1	✓	✓	5%/pauvre/non	95%/1, 0 m/ aucune	6	14	0	20	
2	✓	X	15%/pauvre/non	85%/0, 5 m/peu	9	15	0	24	
3	✓	X	5%/pauvre/non	95%/1, 5 m/ aucune	12	12	1	25	
4	✓	✓	30%/pauvre/non	70%/0, 3 m/ aucune	4	3	0	7	
5	✓	✓	5%/pauvre/non	95%/1, 5 m/ beaucoup	14	15	2	31	
6	X	✓	0%/pauvre/non	100%/1, 5 m/peu	7	13	1	21	
7	✓	✓	5%/pauvre/non	95%/0, 8 m/ beaucoup	10	15	1	26	
8	✓	✓	10%/pauvre/non	90%/1, 2 m/ beaucoup	9	12	2	23	
9	✓	✓	20%/pauvre/oui	80%/0, 5 cm/ aucune	9	5	1	15	
10	X	✓	20%/pauvre/non	80%/1, 2 m/ aucune	6	10	0	16	
Localisation, GPS	Siem Reap, Cambodge, 13°34'3.24"N, 104° 2'59.80"E								
Recenseur	Kim Sobou								
Date	1er Juin 2010								
Total d'espèces régénérées	18	Pionnières	16	Climaciques	2				
					(= total/10)				
					(= moyenne x 10,000/78)				
					(= 3,100 – Moyenne/ha)				
					Total	208			
					Moyenne	20,8			
					Moyenne/ha	2.667			
					Nbre d'arbres à planter par ha	433			
Autres observations: Les villageois ont déclaré que les grands mammifères dispenseurs de graines sont absents, mais que les oiseaux et les petits mammifères frugivores sont fréquemment vus. La chasse est une pratique courante dans cette zone. Les villageois veulent utiliser la forêt pour fabriquer du charbon de bois.									



Les enquêtes rapides sur le site pour enregistrer la régénération naturelle des forêts existantes et les obstacles les plus importants à sa réalisation sont réalisées à l'aide des placettes d'échantillonnage circulaires de 5 m de rayon.

locales de vous donner les noms vernaculaires de ces espèces et essayez de déterminer si elles sont des espèces pionnières ou climaciques. Si possible, faites des spécimens séchés, y compris des fleurs et des fruits, et demandez à un botaniste d'identifier leurs noms scientifiques. Puis, calculez le nombre moyen des individus de régénération par cercle et par hectare.

À la fin de l'enquête, procédez à une courte séance de discussion avec les participants afin d'identifier les autres facteurs qui pourraient entraver la régénération des forêts et qui n'ont pas déjà été enregistrés sur les fiches techniques, en particulier les activités des populations locales telles que la collecte de bois de chauffage. L'abondance des animaux disperseurs de graines dans la région ne peut pas être évaluée dans l'étude rapide du site, mais la population locale saura sans doute les disperseurs de graines qui restent répandus dans la région. Essayez de déterminer si les disperseurs de graines sont menacés par la chasse.

### 3.3 Interprétation des données recueillies pendant l'évaluation rapide du site

Les premières activités de restauration devraient viser à:

- i) contrôler les facteurs qui entravent la régénération des forêts (par exemple le feu, le bétail, la chasse des animaux disperseurs de graines, etc.);
- ii) maintenir ou augmenter le nombre des individus de régénération à 3.100/ha;
- iii) maintenir la densité des espèces d'arbres répandues (si elle est déjà élevée) ou augmenter la richesse des espèces d'arbres jusqu'à ce qu'au moins 10% des espèces d'arbres caractéristiques de la forêt climacique cible soient représentées.

### 3.3 INTERPRÉTATION DES DONNÉES RECUEILLIES PENDANT L'ÉVALUATION RAPIDE DU SITE

Tableau 3.1. Guide simplifié pour le choix d'une stratégie de restauration						
SEUILS CRITIQUES AYANT TRAIT AU PAYSAGE		STRATÉGIE DE RESTAURATION PROPOSÉE		SEUILS CRITIQUES AYANT TRAIT AU SITE		
Forêt dans un paysage	Mécanismes de dispersion de graines	Risque de feu		Couvert végétal	Arbres régénérés naturellement	Sol
Vestige forestier subsiste à quelques km du site de restauration	Généralement intacts, en limitant le rétablissement de la richesse des espèces d'arbres	Faible à moyen	PROTECTION	Le couvert arboré dépasse le couvert herbacé	Les arbres qui se régénèrent naturellement dépassent 3.100/ha avec plus de 30 <sup>5</sup> espèces d'arbres répandues représentées	Le sol ne limite pas l'établissement des plants d'arbres
		Moyen à élevé	PROTECTION + RNA	Le couvert arboré est insuffisant pour priver les mauvaises herbes de lumière		
Parcelles de vestiges forestiers très épars ou absents du paysage environnant	Les animaux dispersent de telles graines rares ou absentes que le recrutement des espèces d'arbres destinées au site de restauration sera limité.	Élevé	PROTECTION + RNA + PLANTATION D'ESPÈCES «FRAMEWORK»	Le couvert herbacé dépasse de loin le couvert arboré	Les arbres qui se régénèrent naturellement sont en deçà de 3.100/ha avec moins de 30 espèces d'arbres répandues représentées	La dégradation du sol limite l'établissement des plants d'arbres
			PROTECTION + RNA + PLANTATION D'ARBRES POUR OFFRIR UNE DIVERSITÉ MAXIMALE	Le couvert herbacé est limité par les mauvaises conditions du sol		
		Au départ, faible (les conditions du sol limitent la croissance des plantes); s'accroît avec le rétablissement de la végétation	AMELIORATION DES SOLS + PLANTATION D'ARBRES, NOURRICIERS, SUIVIE DE LA COUPE ET DU REMPLACEMENT DE LA PLANTATION D'ARBRES POUR UNE DIVERSITÉ MAXIMALE			

<sup>5</sup> Soit environ 10% du nombre estimé d'espèces d'arbres dans la forêt cible, si elle est connue.

## CHAPITRE 3 RECONNAÎTRE LE PROBLÈME



Le recépage des souches d'arbres doit être pris en compte dans l'étude du site, ainsi que les gaules et les plus gros arbres.

L'étude du site permettra de déterminer les facteurs qui empêchent la régénération naturelle des forêts. Atteindre une densité de 3.100 des individus de régénération par hectare se traduit par un espacement moyen de 1,8 m entre elles. Pour la plupart des écosystèmes forestiers tropicaux, cet intervalle est suffisant pour priver de lumière aux mauvaises herbes et atteindre la fermeture du couvert dans une période de 2 à 3 ans après le début des travaux de restauration. La ligne directrice concernant «près de 10% de la richesse spécifique de l'écosystème forestier cible» est ajustable, en fonction de la diversité de l'écosystème cible. Si vous ne connaissez pas la richesse spécifique de l'écosystème cible, cherchez à rétablir environ 30 espèces d'arbres (par la plantation et/ou la promotion de la régénération naturelle). Normalement, cela suffit à «démarrer» le rétablissement de la biodiversité dans la plupart des écosystèmes forestiers tropicaux, et 30 espèces d'arbres représentent à peu près le maximum qui peuvent être produit dans une pépinière à petite échelle. Le taux global de rétablissement de la biodiversité augmentera avec le nombre d'espèces d'arbres rétablies au début de la restauration, mais certains écosystèmes forestiers tropicaux à faible diversité (par exemple, les forêts de haute montagne et les forêts de mangrove) peuvent être restaurés en plantant dans un premier temps moins de 30 espèces d'arbres.

Comparez les résultats de l'évaluation du site avec les directives ci-dessous pour confirmer le niveau de dégradation de votre site de restauration. Sélectionnez une stratégie de restauration d'ensemble pour l'adapter aux conditions recensées et commencez à planifier les tâches de gestion, y compris les mesures de protection (par exemple, l'exclusion du bétail et/ou la prévention des incendies), l'équilibre entre la plantation d'arbres et l'entretien de la régénération naturelle, les types d'espèces d'arbres à planter, la nécessité d'améliorer les sols et ainsi de suite.

### **Stade 1 de la dégradation**

**Résultats de l'enquête:** Le nombre total moyen des individus de régénération dépasse 25 par cercle, avec plus de 30 espèces d'arbres (soit environ 10% du nombre estimé d'espèces d'arbres dans la forêt cible, si elle est connue), fréquemment représentées dans 10 cercles, y compris plusieurs espèces climaciques. Les jeunes arbres de plus de 50 cm de hauteur sont répandues dans tous les cercles, avec des arbres plus grands retrouvés dans la plupart de ces cercles. Les plantules d'arbres sont répandues au ras du sol. Les herbes et les graminées couvrent moins de 50% des cercles et leur taille moyenne est généralement inférieure à celle de plantes de régénération.

**Stratégie:** ni la plantation d'arbres, ni la RNA ne sont nécessaires. La protection, c.-à-d. la prévention de l'empiètement et toutes autres perturbations sur le site, devrait être suffisante pour restaurer l'état de la forêt climacique assez rapidement. L'étude du site et la discussion avec les populations locales permettront de déterminer si la prévention des incendies, le déplacement du bétail, et/ou des mesures visant à empêcher la chasse des animaux disperseurs de graines sont nécessaires. Au cas où certains animaux jouant un rôle crucial dans la dispersion des graines sont disparus de la zone, pensez à les réintroduire.

### **Stade 2 de la dégradation**

**Résultats de l'enquête:** Le nombre moyen des individus de régénération reste supérieur à 25 par cercle, avec plus de 30 espèces d'arbres (soit environ 10% du nombre estimé d'espèces d'arbres dans la forêt cible, si elle est connue) représentées dans 10 cercles, mais les essences pionnières sont plus répandues que les espèces climaciques. Les jeunes arbres de plus 50 cm de hauteur restent répandus dans tous les cercles, mais les arbres de plus grande taille sont rares et le couvert arboré est insuffisant pour priver de lumière les mauvaises herbes. Les herbes et les graminées

### 3.3 INTERPRÉTATION DES DONNÉES RECUEILLIES PENDANT L'ÉVALUATION RAPIDE DU SITE

dominant donc, couvrant plus de 50% des zones circulaires en moyenne, bien que les plantules des petits arbres puissent encore être représentés parmi la flore du sol. Les herbes et les graminées recouvrent les plantules et souvent aussi les jeunes arbres et les repousses de souches d'arbres.

**Stratégie:** Dans ces conditions, les mesures de protection décrites pour le stade 1 de la dégradation doivent être complétées par d'autres mesures pour «assister» la régénération naturelle afin d'accélérer la fermeture de la canopée. La RNA est nécessaire pour briser la boucle de rétroaction à travers laquelle les niveaux élevés de lumière, créés par la canopée ouverte, favorisent la croissance des graminées et des herbes, ce qui décourage les disperseurs de graines d'arbres et rend le site plus vulnérable aux incendies. Ces dernières inhibent l'établissement des arbres. Les mesures de RNA peuvent comprendre le désherbage, l'épandage d'engrais et /ou l'application du paillis autour de plantes régénérées naturellement. Si plusieurs espèces forestières climaciques ne colonisent pas naturellement le site après la fermeture de la canopée (parce que les vestiges forestiers intacts les plus proches sont trop éloignés, et/ou les disperseurs de graines ont disparu), une plantation d'enrichissement peut être nécessaire.

#### **Stade 3 de la dégradation**

**Résultats de l'enquête:** le nombre total des individus de régénération tombe en dessous de 25 par cercle, avec moins de 30 espèces d'arbres représentés dans 10 cercles (ou à peu près 10% du nombre estimé d'arbres dans la forêt cible, si elle est connue). Les essences climaciques sont absentes ou rares. Les semis d'arbres sont peu fréquents parmi la flore du sol. Les herbes et les graminées dominent, couvrant plus de 70% des zones circulaires en moyenne, et elles atteignent habituellement une taille supérieure à celle des plantes régénérées naturellement qui peuvent survivre. Des vestiges de forêt climacique intacte subsistent dans le paysage à quelques kilomètres du site et des populations viables d'animaux disperseurs de semences subsistent.

**Stratégie:** Dans ces conditions, la protection et la RNA doivent être complétées par la plantation d'espèces (d'arbres) «framework». La prévention de l'empiètement et l'éloignement du bétail (si présent) restent nécessaires et la prévention des incendies est importante en raison de l'abondance des herbes hautement inflammables. Les méthodes de la RNA nécessaires pour réparer la dégradation subie au stade 2 doivent être appliquées aux plantes régénérées naturellement qui subsistent, mais en outre, il faut augmenter la densité de plantes de régénération par la plantation d'espèces «framework» pour priver de lumière les mauvaises herbes et attirer les animaux disperseurs de graines.

Le nombre d'arbres plantés devrait être de 3.100 par hectare moins le nombre estimé d'arbres régénérées naturellement par hectare (sans compter les petites plantes dans la flore du sol). Le nombre d'espèces plantées dans l'ensemble du site devrait être de 30 (environ 10% du nombre estimé d'espèces d'arbres dans la forêt cible, si elle est connue), moins le nombre total d'espèces recensées lors de l'évaluation du site. Par exemple, les données d'évaluation du site présentées à la page 73 laissent entendre que 433 arbres par hectare de 12 espèces devraient être plantés sur ce site. Ces arbres devraient être essentiellement des espèces climaciques parce que l'évaluation montre que 18 espèces pionnières sont déjà représentées par les individus de régénération ayant survécu.

Les espèces (d'arbres) «framework» devraient être sélectionnées pour la plantation en utilisant les critères définis à la **Section 5.3**. Elles pourraient comprendre à la fois les espèces pionnières et climaciques, mais devraient être des espèces différentes de celles recensées au cours de l'évaluation du site. La plantation d'espèces «framework» reprend le site des graminées et des herbes envahissantes et rétablit les mécanismes de dispersion des graines, renforçant ainsi la recolonisation du site de restauration par la plupart des autres espèces d'arbres qui composent l'écosystème forestier climacique cible. Si des espèces d'arbres importantes ne parviennent pas à recoloniser le site, on peut les réintroduire dans les plantations d'enrichissement ultérieures.

### *Stade 4 de la dégradation*

**Résultats de l'enquête:** Les conditions recensées lors de l'évaluation du site sont semblables à celles de la dégradation subie au stade 3, mais au niveau du paysage, la forêt intacte ne subsiste plus qu'à 10 km du site et/ou les animaux disperseurs de graines sont devenus si rares qu'ils ne sont plus en mesure d'apporter les semences d'espèces d'arbres climaciques dans le site en quantités suffisantes. La recolonisation du site par la grande majorité des espèces d'arbres est donc impossible par voie naturelle.

**Stratégie:** Les mesures de protection, les actions de la RNA et la plantation d'espèces d'arbres «framework» devraient toutes être appliquées pour ce qui est de la dégradation subie au stade 3. Ces mesures devraient suffire pour rétablir la structure et le fonctionnement de la forêt de base, mais avec peu de sources de semences et de disperseurs de graines dans le paysage, la composition des espèces d'arbres ne peut être complètement rétablie qu'après l'établissement manuel de toutes les espèces d'arbres absentes mais caractéristiques de la forêt climacique cible, soit par la plantation, soit par ensemencement direct. Cette «approche de la diversité maximale» (Goosem & Tucker, 1995; Lamb, 2011) est techniquement difficile et coûteuse.

### *Stade 5 de la dégradation*

**Résultats de l'enquête:** Le nombre total des individus de régénération tombe en dessous de 2 par cercle (intervalle moyen entre les plantes de régénération > 6–7 m), avec moins de 3 espèces d'arbres (soit environ 1% du nombre estimé d'espèces d'arbres dans la forêt cible, si elle est connue) représentées dans 10 cercles. Les espèces climaciques sont absentes. Le sol nu est exposé sur plus de 30% des zones circulaires en moyenne et le sol est souvent compacté. Les populations locales estiment que le sol est très pauvre, et des signes d'érosion sont recensés lors de l'évaluation du site. On peut observer le ravinement, ainsi que l'envasement des cours d'eau. La flore du sol est limitée par les mauvaises conditions du sol à un couvert de moins de 70% en moyenne et est dépourvue de plantules d'arbres.

**Stratégie:** Dans ces conditions, l'amélioration des sols est généralement nécessaire avant le début de la plantation d'arbres. Les conditions du sol peuvent être améliorées par le labour, l'ajout d'engrais et/ou par le paillage vert (par exemple, en établissant une culture d'herbes légumineuses pour ajouter de la matière organique et des nutriments dans le sol). D'autres techniques d'amélioration des sols peuvent être appliquées pendant la plantation d'arbres. Parmi elles, l'ajout du compost, des polymères absorbant l'eau, et/ou de l'inoculum mycorhizien aux trous de plantation, et le paillage autour des arbres plantés (voir **Section 5.5**).

On pourrait encore améliorer les conditions du site en plantant dans un premier temps des arbres «nourriciers» (Lamb, 2011), ce sont des arbres pouvant survivre aux conditions difficiles du sol, mais qui sont également capables de l'améliorer. Ces arbres devraient être coupés au fur et à mesure que les conditions du site s'améliorent; un plus large éventail d'essences forestières autochtones devraient être plantées à leur place. Pour parvenir au rétablissement intégral de la biodiversité, l'approche de la diversité maximale doit être utilisée dans la plupart des cas, mais là où la forêt et les disperseurs de graines subsistent dans le paysage, la plantation d'un plus petit nombre d'espèces «framework» pourrait suffire. Ceci est connu sous le nom de méthode des «plantations comme catalyseurs» ou approche d'«écosystème nourricier» (Parrotta, 2000).

### 3.3 INTERPRÉTATION DES DONNÉES RECUEILLIES PENDANT L'ÉVALUATION RAPIDE DU SITE

Les arbres nourriciers peuvent être des espèces «framework» spécialisées qui sont capables de pousser sur des sols très pauvres, en particulier les arbres fixateurs d'azote de la famille des légumineuses. Les plantations d'essences commerciales ont parfois été utilisées comme cultures-abris parce que leur coupe génère des premiers revenus qui peuvent aider à financer ce processus coûteux. Toutes les mesures de protection, telles que la prévention des incendies et de l'empiètement, et l'éloignement du bétail, restent indispensables au cours du processus de longue haleine pour protéger les importants investissements nécessaires à la réparation de la dégradation subie au stade 5.

A cause des coûts très élevés, la restauration des forêts est rarement effectuée sur les sites ayant subi une dégradation au stade 5, à l'exception des endroits où les entreprises riches sont tenues par la loi de remettre en état les mines à ciel ouvert.



Réhabilitation d'une mine de lignite à ciel ouvert dans le nord de la Thaïlande. Habituellement, seules les sociétés riches peuvent se permettre des coûts élevés de la restauration des forêts sur les sites du stade 5.

### Enadré 3.1. Origines de la méthode des espèces «framework».

La méthode des espèces «framework» (c.-à-d. «cadres») de la restauration des forêts a pris naissance dans la région tropicale humide du Queensland, partie tropicale de l'Australie. Près d'1 million d'hectares de forêt tropicale y subsiste (une partie en fragments). La restauration des écosystèmes de forêt tropicale humide dans les zones dégradées a commencé dans les années 1980, peu de temps avant que la région ne soit collectivement déclarée «patrimoine mondial de l'UNESCO» en 1988. Le Queensland Parks and Wildlife Service (QPWS) était en charge de la restauration de ces forêts si bien qu'une grande partie de la tâche a été déléguée à Tucker Nigel et à sa petite équipe, basée au parc national de Lake Eacham. L'équipe a mis en place une pépinière pour cultiver plusieurs essences indigènes de la forêt tropicale humide de la zone.



Nigel Tucker pointe le doigt vers le sous-bois dense, 27 ans après les travaux de restauration au marais d'Eubenangee.

L'un des premiers essais de restauration a commencé en 1983 au «Eubenangee Swamp National Park» (parc national du marécage d'Eubenangee) sur la plaine côtière. Cette zone de forêt marécageuse avait été dégradée par l'exploitation forestière, le défrichement et l'agriculture, ce qui avait perturbé le débit d'eau nécessaire pour maintenir le marais. Le projet visait à restaurer la végétation riveraine le long du ruisseau qui se jette dans le marais. Diverses essences autochtones de forêt tropicale humide ont été plantées, dont *Homalanthus novoguineensis*, *Nauclea orientalis*, *Terminalia sericocarpa*, *Cardwellia sublimis*. Les plants ont été mis en place parmi les graminées et les plantes herbacées (sans désherbage pour la préparation du site) et des engrais ont été appliqués. Après 3 ans, les premiers résultats ont été décevants. La fermeture du couvert forestier n'a pas



Forêt restaurée, à la lisière du marais d'Eubenangee, se mêlant maintenant imperceptiblement avec la forêt naturelle.

### 3.3 INTERPRÉTATION DES DONNÉES RECUEILLIES PENDANT L'ÉVALUATION RAPIDE DU SITE

#### Enadré 3.1. (Suite).



*Homalanthus novoguineensis*, une des premières espèces «framework» reconnues.

été atteinte et la densité des plantules établies par voie naturelle était inférieure à celle espérée. Toutefois, l'expérience a conduit à une observation cruciale: la régénération naturelle a été mieux sous certaines espèces d'arbres que sous d'autres. Les espèces qui ont favorisé le plus la régénération naturelle ont souvent été les espèces pionnières à croissance rapide, qui ont des fruits charnus, telles que le cœur-saignant (*Homalanthus novoguineensis*).

A partir de ces premières observations au marais d'Eubenangee, l'idée de sélectionner des espèces d'arbres pour attirer les animaux disperseurs de graines s'est mise en place. Cette approche, tout en reconnaissant la nécessité d'une préparation plus intensive du site et de l'élimination des mauvaises herbes, s'est développée pour déboucher sur la méthode des espèces «framework» de la restauration des forêts. Plus de 160 espèces d'arbres de la forêt tropicale humide de Queensland sont actuellement reconnues comme espèces «framework». Le terme est apparu pour la première fois dans une brochure, «Repairing the Rain forest»<sup>6</sup>, publiée par la Wet Tropics Management Authority en 1995, dont Nigel Tucker et son collègue de QPWS, Goosem Steve, sont les auteurs. Le concept reconnaît que là où subsistent des arbres et des animaux disperseurs de graines (c.-à-d. les stades 1 à 3 de la dégradation), la plantation de certaines espèces d'arbres, sélectionnés afin d'améliorer les mécanismes naturels de dispersion des graines et de rétablir la structure de la forêt de base, suffit pour «démarrer» la succession forestière en vue d'atteindre l'écosystème forestier climacique, ceci avec un minimum de gestion conséquent. Aujourd'hui, plus de 20 ans après sa création, la méthode des espèces «framework» est largement acceptée comme l'une des approches standards pour la restauration des écosystèmes forestiers tropicaux et cette méthode a été adaptée pour la restauration d'autres types de forêts, bien au-delà des frontières du Queensland.



La restauration de la forêt au marais d'Eubenangee a créé un habitat pour des milliers d'espèces sauvages, dont cette chenille de papillon de 4 heures.

Par Sutthathorn Chairuangri

<sup>6</sup> [www.wettropics.gov.au/media/med\\_landholders.html](http://www.wettropics.gov.au/media/med_landholders.html)

## ETUDE DE CAS 2: La restauration de la forêt littorale du sud-est de Madagascar

**Pays:** Madagascar.

**Type de forêt:** forêt littorale humide, aux sols sableux pauvres en éléments nutritifs

**Nature de la propriété:** terres domaniales avec un bail à long terme pour l'exploitation minière d'ilménite.

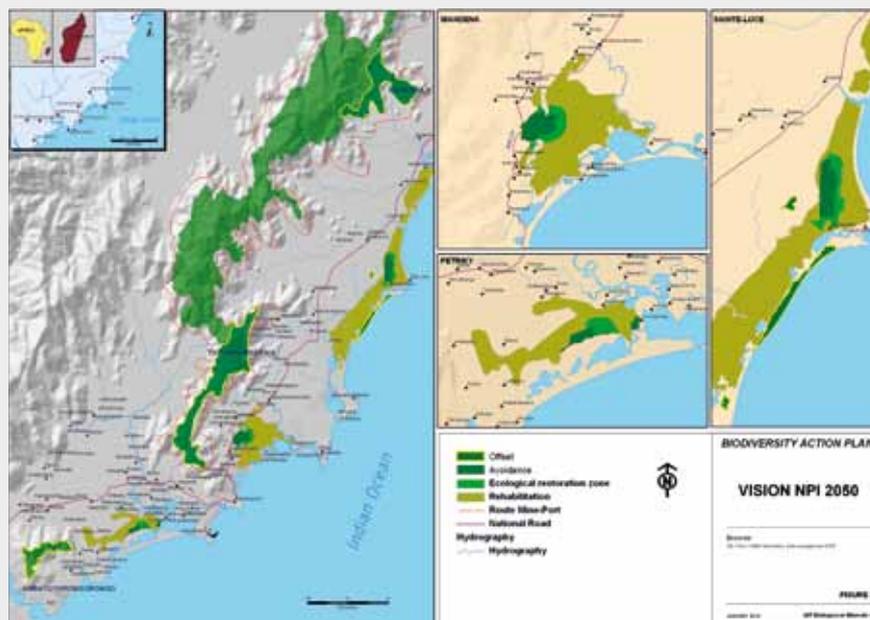
**Gestion et utilisation communautaires:** Le paysage de la zone forestière vierge, des forêts dégradées et fragmentées, des terres humides et de la forêt protégée, était cogéré par la communauté, le gouvernement et le QIT Madagascar Minerals (QMM). Des années d'exploitation et de gestion non durable pour la construction, le bois de chauffage et le charbon ont conduit au paysage actuel. Les utilisations sont désormais réglementées par un «Dina», un contrat social crédible pour la gestion des ressources naturelles.

**Niveau de dégradation:** zone forestière vierge dégradée avec des fragments résiduels de forêts très dégradées.

### Contexte

La zone d'étude, à proximité du site minier de QMM de Mandena, est située dans la région du Sud-Est de Madagascar près de Tolagnaro (Fort Dauphin). QMM est détenue à 80% par le groupe minier international Rio Tinto et à 20% par le gouvernement de Madagascar, et exploitera les sables minéraux de la région d'Anosy au cours des 40 prochaines années. Madagascar, l'un des points chauds les plus importants du globe au niveau de la biodiversité, continue à subir un traumatisme environnemental. La restauration des forêts naturelles est devenue une importante question dans les activités forestières et de protection de la nature au Madagascar. Il y a quelques initiatives dans le cadre desquelles des arbres autochtones sont plantés pour servir de zones tampons autour des forêts naturelles ou de corridors pour assurer la continuité des habitats forestiers. Il y a également eu quelques tentatives pour restaurer les forêts naturelles après leur exploitation ou leur destruction complète, mais le travail et les connaissances dans ce domaine sont encore à un stade très préliminaire. L'un des engagements pris dans le cadre du plan de

Localisation de la zone d'étude.



Espèces d'arbres figurant dans cette étude, selon la catégorie où elles sont classées.				
	Héliophiles (qui aiment l'ensoleillement)	Pionnières	Intermédiaires	Climaciques et sciaphiles
<b>Caractéristiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Véritables espèces forestières</li> <li>Besoin d'ensoleillement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Besoin d'un plein ensoleillement pour une croissance optimale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>N'a besoin ni d'ensoleillement ni d'ombre</li> <li>Taux de germination médiocre dans des conditions de pépinière sans ombre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Besoin de ombre pour une croissance optimale</li> </ul>
<b>Espèces</b>	<p><i>Canarium bullatum</i> inedit (Burseraceae),  <i>Eugenia cloisellii</i> (Myrtaceae), et  <i>Rhopalocarpus coriaceus</i> (Sphaerosepalaceae)</p>	<p><i>Vernoniopsis caudata</i> (Asteraceae),  <i>Gomphia obtusifolia</i> (Ochnaceae),  <i>Dodonaea viscosa</i> (Sapindaceae), <i>Aphloia theiformis</i> (Aphloiaceae),  <i>Scutia myrtina</i> (Rhamnaceae), et  <i>Cerbera manghas</i> (Apocynaceae)</p>	<p><i>Tambourissa castri-delphini</i> (Monimiaceae),  <i>Vepris Elliottii</i> (Rutaceae),  <i>Dracaena reflexa</i> var. <i>bakeri</i> (Asparagaceae),  <i>Psorospermum revolutum</i> (Hypericaceae), <i>Eugenia</i> sp. (Myrtaceae), et  <i>Ophiocolea delphinensis</i> (Bignoniaceae)</p>	<p><i>Dypsis prestoniana</i> et  <i>D. lutescens</i> (Arecaceae),  <i>Pandanus dauphinensis</i> (Pandanaaceae), <i>Podocarpus madagascariensis</i> (Podocarpaceae), <i>Diospyros gracilipes</i> (Ebenaceae),  <i>Apodytes bebile</i> (Icacinaceae), et <i>Dombeya mandenensis</i> (Malvaceae)</p>

gestion environnementale de QMM, à accomplir selon les termes de son permis d'exploitation minière, est la restauration des forêts naturelles et des zones humides après l'exploitation minière. Le plan vise à doubler la superficie de la zone de conservation existante à Mandena par la restauration d'environ 200 ha de forêts naturelles et de 350 ha de zones humides après l'exploitation minière. Des essais sont effectués depuis ces 15 dernières années.

### Etude de la sélection des espèces

Cette étude de cas résume 10 ans d'expériences de restauration. Au cours du premier tour de collecte de données qualitatives, les caractéristiques de croissance des jeunes arbres de plusieurs espèces de la forêt littorale, maintenus en pépinière, ont été observées et décrites de façon qualitative. L'objectif de la première étape du programme de plantation a été la mise en place d'une végétation qui pourrait servir de point de départ pour une succession naturelle ou facilitée en vue de la restauration des composantes forestières souhaitées. Les espèces d'arbres ont été classées en fonction de leur tolérance à l'ensoleillement, de l'évaporation élevée et des mauvaises conditions du sol, et de leur capacité à développer rapidement un système racinaire étendu et dense. Quarante-deux (42) espèces d'arbres autochtones ont été examinées et classées en essences héliophiles (qui aiment la lumière), pionnières, intermédiaires ou parvenues au dernier stade de succession écologique (climaciques ou sciaphiles-tolérant l'ombrage).

### Etude des facteurs d'impact de la restauration

Des essais ont été effectués afin de tester l'effet des divers facteurs sur les taux de croissance et de survie des arbres:

1. Les effets de l'ampleur de la déminéralisation sur la restauration et la succession ont été examinés dans une expérience au cours de laquelle les conditions du sol après l'extraction ont été simulées. Les plantes ont été cultivées sur des sols déminéralisés selon trois niveaux: a) une déminéralisation à grande échelle à une profondeur de 2 m (imitant le processus d'exploitation minière), b) une déminéralisation simulée (imitant l'enlèvement de l'humus après l'exploitation) ou c) aucune déminéralisation.
2. Les effets de l'ajout de la terre végétale ont été testés dans une expérience au cours de laquelle les jeunes arbres ont été plantés dans la terre végétale qui avait été soit a) ajoutée pour couvrir sans interruption la superficie de plantation à une profondeur de 20 cm ou b) ajoutée au trou dans lequel le jeune arbre a été planté.
3. Une autre étude a examiné les effets de la distance sur les forêts naturelles comme source de régénération.
4. Les espèces autochtones, avec ou sans espèces exotiques (dont *Eucalyptus robusta* et *Acacia mangium*) ont été plantées comme arbres d'ombrage dans une tentative visant à promouvoir la succession.
5. Conformément aux résultats des études de la succession forestière, les essences forestières ont été classées dans l'une des trois catégories: pionnières (héliophiles), intermédiaires et parvenues au dernier stade de succession écologique (climaciques ou sciaphiles).
6. Les influences des ectomycorhizes, fixatrices d'azote, en association avec des microbes inconnus, sur la succession ont également été examinées.

### Enseignements tirés

La déminéralisation des sols sableux comme lors de l'extraction minière (c.-à-d. l'extraction de minéraux lourds, tels que l'ilménite ( $\text{FeTiO}_3$ ) et le zircon) n'a eu aucun effet mesurable sur les taux de survie des arbres. Ces minéraux sont stables et ne semblent pas être absorbés par les plantes, qui ont besoin d'ions dans la solution aqueuse aux fins d'assimilation. Plusieurs arbres plantés sur des sols déminéralisés ont produit des fleurs et des fruits; par conséquent, la déminéralisation ne semble pas affecter l'état reproducteur des plantes.

Les arbres autochtones plantés aux côtés des espèces exotiques *Eucalyptus robusta* et *Acacia mangium* ont eu un taux de survie très faible, ou ont été totalement dépassés par les espèces exotiques. Après cinq années de culture les espèces exotiques ont atteint une hauteur d'au

## ETUDE DE CAS 2 – LA RESTAURATION DE LA FORÊT LITTORALE DU SUD-EST DE MADAGASCAR

moins 5 m. Seules quelques essences d'ombre comme *Apodytes bebile*, *Astrotrichilia elliotii* et *Poupartia chapelieri* ont survécu dans ces conditions. Cependant, on ne sait pas si le faible taux de survie des espèces autochtones est dû à la concurrence pour la lumière ou aux interactions allélochimiques avec des produits des arbres exotiques. Dans les parcelles expérimentales sans espèces d'arbres exotiques, les espèces indigènes héliophiles/pionnières et les classes intermédiaires ont bien survécu. Ces plantes seront probablement importantes pour la première étape de la restauration de la forêt littorale pour remettre les conditions naturelles d'origine après l'exploitation minière.

Les jeunes arbres qui étaient à proximité de la lisière de la forêt naturelle ont poussé plus rapidement que ceux qui en étaient éloignés. En outre, les arbres qui poussent dans de petits secteurs forestiers isolés (dans un paysage ouvert) étaient généralement beaucoup plus petits que ceux des blocs forestiers plus grands. Ces observations corroborent l'idée que les activités de restauration devraient commencer par l'élargissement des blocs forestiers existants, plutôt que par les plantations isolées.

L'ajout de la terre végétale a un grand impact sur la croissance des jeunes arbres. Ces derniers, plantés avec une couche de 20 cm de terre végétale concentrée autour d'eux, ont poussé au même rythme que ceux plantés dans une zone couverte d'une couche continue de terre végétale de 10 cm. A Mandena, l'approvisionnement en terre végétale est devenu un problème de gestion important, car la plupart des forêts naturelles en dehors de la zone de conservation ont été détruites. Il est donc important d'utiliser la terre végétale restante avec autant d'efficacité que possible.

Il faut abandonner l'idée d'utiliser les arbres exotiques pour fournir de l'ombre et un microclimat approprié aux jeunes arbres autochtones. La concurrence pour la lumière et les éléments nutritifs font des espèces exotiques des espèces pionnières inadaptées à la restauration de forêts littorales naturelles.

Une autre préoccupation majeure pour la croissance et la survie des arbres est l'association omniprésente des arbres avec des bactéries et des mycorhizes fixatrices d'azote. Des champignons spécifiques peuvent pénétrer dans les cellules des racines de leurs partenaires symbiotiques, formant ainsi des endomycorhizes, ou rester étroitement liés aux racines sans pénétrer dans la cellule, formant dans ce cas des ectomycorhizes. Ces derniers consistent en structures mixtes mycélium-racines qui augmentent efficacement la surface de résorption de l'arbre et facilitent l'assimilation des nutriments. En outre, les champignons semblent également être en mesure de mobiliser des éléments nutritifs essentiels pour les végétaux directement à partir de minéraux. Cela pourrait être important pour la restauration des forêts, car elle pourrait permettre aux plantes ectomycorhiziennes d'extraire des nutriments essentiels de sources minérales insolubles à travers l'excrétion d'acides organiques.

Les symbioses ectomycorhiziennes sont connues pour moins de 5% des espèces végétales terrestres et sont plus fréquentes en zone tempérée qu'en région tropicale. Il est recommandé de poursuivre les recherches sur les associations ectomycorhiziennes de *Sarcolaenaceae*, une famille d'arbres endémique à Madagascar et compte huit espèces dans la forêt littorale. Le fait que les associations ectomycorhiziennes fournissent un avantage sur la formation d'endomycorhizes pour les plantes poussant sur des sols sableux pauvres en éléments nutritifs reste à étudier plus en détail. On ne connaît pas l'importance d'une forme quelconque de la mycorhize pour les espèces d'arbres des forêts littorales du sud-est de Madagascar. Cependant, il a été observé que des jeunes arbres plantés sur un sol déminéralisé et n'ayant pas poussé depuis plusieurs années ont, tout à coup, commencé à croître. Cela pourrait indiquer que les plantes devaient d'abord acquérir leurs champignons mycorhiziens ou leurs bactéries fixatrices d'azote avant de pouvoir pousser. Les espèces à ectomycorhizes ou à bactéries fixatrices d'azote semblent avoir accru leur croissance sur le sol déminéralisé, croissant pratiquement trois fois plus vite que les autres espèces. Dans des conditions normales, de tel avantage ne serait pas aussi évident. Ainsi, la connaissance des symbioses microbiennes et des spécificités de leurs espèces pourrait faciliter les programmes de restauration des forêts.

Par Johny Rabenantoandro