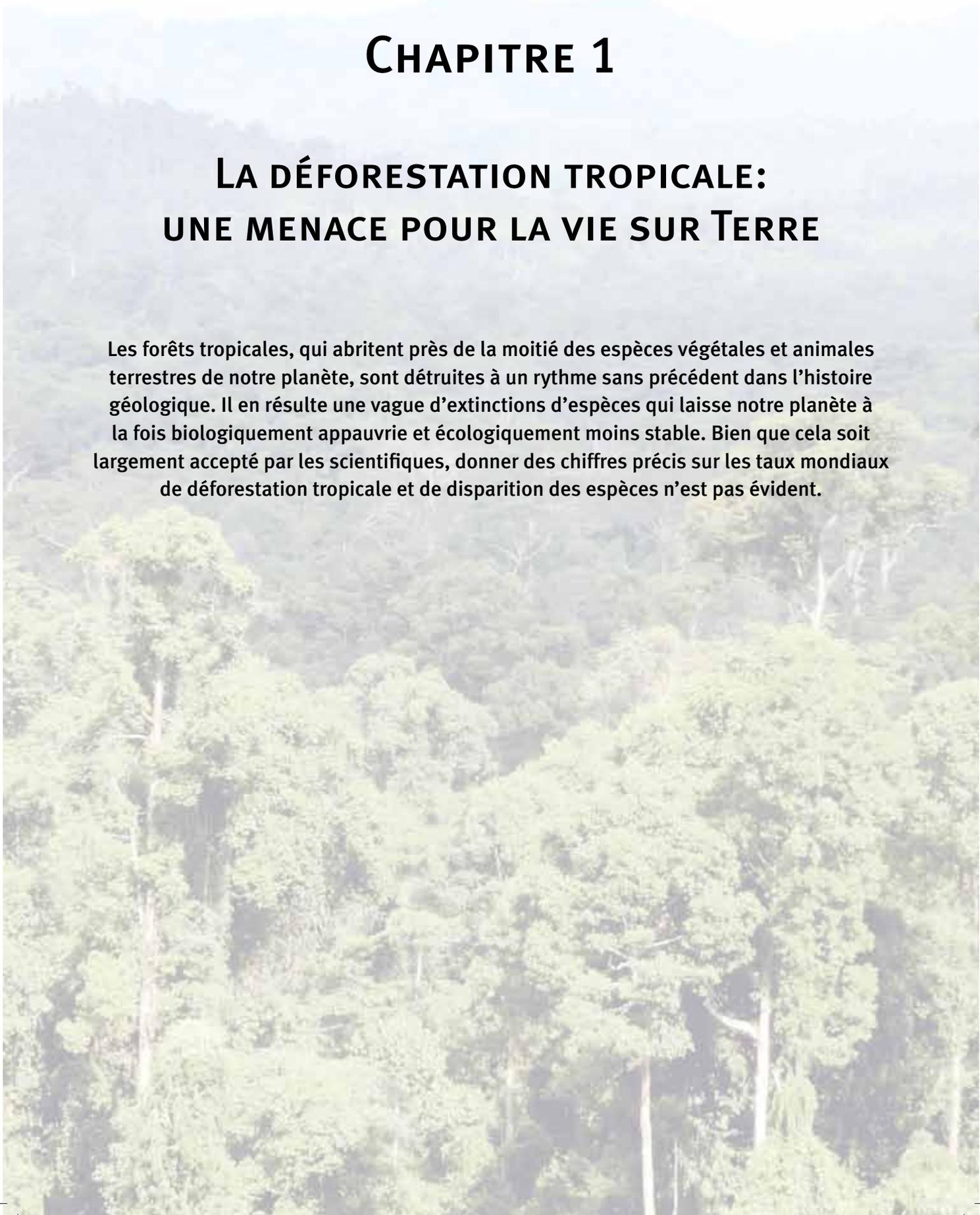


CHAPITRE 1

LA DÉFORESTATION TROPICALE: UNE MENACE POUR LA VIE SUR TERRE

Les forêts tropicales, qui abritent près de la moitié des espèces végétales et animales terrestres de notre planète, sont détruites à un rythme sans précédent dans l'histoire géologique. Il en résulte une vague d'extinctions d'espèces qui laisse notre planète à la fois biologiquement appauvrie et écologiquement moins stable. Bien que cela soit largement accepté par les scientifiques, donner des chiffres précis sur les taux mondiaux de déforestation tropicale et de disparition des espèces n'est pas évident.



1.1 Taux et causes de la déforestation tropicale

A quel rythme les forêts tropicales sont-elles détruites?

Depuis l'époque préindustrielle, les forêts tropicales de la planète ont diminué de 35 à 50% en termes de superficie (Wright & Muller-Landau, 2006). Si les pertes continuent au rythme actuel, les derniers vestiges de forêt tropicale primaire disparaîtront probablement tôt ou tard, entre 2100 et 2150, bien que le changement climatique mondial (si rien n'est fait) puisse sans aucun doute accélérer le processus.

L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) fournit les estimations mondiales les plus complètes du couvert forestier tropical, en compilant les statistiques fournies par les agences forestières de chaque pays (FAO, 2009). Ces estimations sont toutefois loin d'être parfaites et sont souvent révisées au fur et à mesure que les méthodes d'enquête deviennent plus fiables. En outre, les définitions de «forêt» varient (par exemple, les plantations sont parfois incluses, ou ne le sont pas), il y a souvent un débat sur les limites d'une forêt, et les technologies d'information géographique sont en constante évolution. Selon une analyse des estimations de la FAO par Grainger (2008), entre 1980 et 2005, la superficie des forêts tropicales naturelles¹ à l'échelle planétaire a diminué de 19,7 à 17,7 millions de km² (**tableau 1.1**), soit une perte moyenne de près de 0,37% par an.

La disparition des **forêts primaires**² originelles est particulièrement préoccupante pour la conservation de la biodiversité³. A l'échelle mondiale⁴, la FAO (2006) estime qu'une moyenne de 60.000 km² de forêt primaire est détruite ou fortement modifiée chaque année depuis 1990. Le Brésil et l'Indonésie, deux pays tropicaux, représentent à eux seuls 82% de cette disparition à l'échelle mondiale. En termes de disparition en pourcentage, le Nigéria et le Vietnam ont perdu plus de la moitié des restes de leur forêt primaire entre 2000 et 2005, tandis que le Cambodge a perdu 29% et le Sri Lanka et le Malawi ont chacun perdu 15% (FAO, 2006).

Tableau 1.1. Couvert forestier tropical¹ constitué de forêts naturelles (million de km²), 1980–2005 (une adaptation de Grainger (2008)).

Région	1980 ^a	1990 ^b	2000 ^b	2005 ^b
Afrique	7, 03	6, 72	6, 28	6, 07
Asie-Pacifique	3, 37	3, 42	3, 12	2, 96
Amérique latine	9, 31	9, 34	8, 89	8, 65
Totaux	19, 71	19, 48	18, 29	17, 68

Sources: *Evaluations des ressources forestières mondiales de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture*, ^a1981 et ^b2006. Une adaptation de Grainger (2008).

¹ «Toute végétation ligneuse naturelle avec un couvert arboré >10%, à l'exclusion des plantations d'arbres, végétation arbustive, etc.»

² Forêts d'espèces indigènes, avec des processus écologiques intacts et n'ayant pas été sérieusement affectées par l'activité humaine.

³ La biodiversité est la variété des formes de vie, y compris les gènes, les espèces et les écosystèmes (Wilson, 1992). Dans ce livre, nous utilisons ce terme pour désigner toutes les espèces qui composent naturellement la flore et la faune des forêts tropicales, à l'exclusion des espèces exotiques et domestiquées.

⁴ A l'exclusion de la Russie.

1.1 TAUX ET CAUSES DE LA DÉFORESTATION TROPICALE

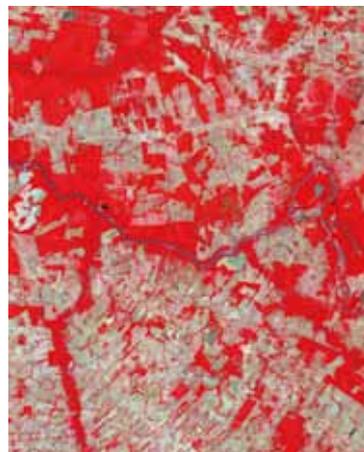


La ligne de front de la déforestation tropicale — dans ce cas, pour l'établissement de plantations de palmier à huile en Asie du Sud-Est. Cette destruction massive est la cause principale de la crise de la biodiversité et contribue substantiellement au réchauffement climatique. (Photo: A. McRobb).

Bien que les estimations mondiales de la disparition des forêts tropicales puissent être problématiques, il existe de nombreux exemples bien documentés d'une déforestation grave et rapide au niveau régional. Par exemple, entre 1990 et 2000, l'île indonésienne de Sumatra a perdu 25,6% de son couvert forestier (au moins 50 078 km² de forêt). L'ampleur de la destruction est bien illustrée sur Google Earth (<http://www.sumatranforest.org/sumatranWide.php>).

En Amazonie brésilienne, le couvert forestier a été réduit de 10% (377 108 km²), depuis 1988. Environ 80% des pertes sont dues au défrichement de la forêt pour l'élevage du bétail. En outre, la construction des routes a également contribué à cette perte du couvert forestier. Toutefois, jusqu'à 30% des zones déboisées peuvent faire l'objet d'une régénération naturelle (Lucas *et al.*, 2000).

La disparition des forêts tropicales primaires et leur remplacement par des forêts secondaires sont susceptibles de continuer, malgré une plus grande prise de conscience de l'importance de la biodiversité forestière et de l'impact de la destruction des forêts sur l'environnement et le changement climatique. Par conséquent, même si la conservation des forêts primaires reste importante, la gestion de la régénération des forêts tropicales secondaires est en passe de devenir une question d'importance à l'échelle mondiale pour minimiser les pertes de biodiversité.



Déforestation dans l'Etat brésilien du Mato Grosso, à la suite du revêtement de la route BR 364 (forêt en rouge): à gauche, 1992, à droite 2006, (source: NASA Earth Laboratory).

Pourquoi les forêts tropicales sont-elles détruites?

La cause ultime de la destruction des forêts tropicales est qu'un nombre élevé de personnes exerce une très forte pression sur des terres qui sont limitées. L'ONU (2009) prévoit que la population humaine mondiale dépassera 9 milliards en 2050, (contre 7 milliards de personnes au moment de la rédaction de cet ouvrage); ce chiffre est en passe de dépasser la capacité estimée de près de 10 milliards d'habitants que la Terre peut supporter (Organisation des Nations Unies, 2001). Le sort des forêts tropicales et celui de la plupart d'autres écosystèmes naturels dépendent en dernier ressort de la maîtrise de la croissance de la population humaine et de la consommation.

Dans la plupart des pays tropicaux, la destruction des forêts commence habituellement par l'exploitation forestière. Celle-ci ouvre les zones forestières à travers la création des routes et, au fur et à mesure que la ressource bois s'épuise, les exploitants forestiers sont suivis par des ruraux sans terre à la recherche de terres agricoles. Les arbres restants sont abattus et remplacés par l'agriculture à petite échelle. Les petits exploitants peuvent d'abord pratiquer l'agriculture itinérante sur brûlis de faible intensité, par la suite des systèmes agricoles plus intensifs sont généralement adoptés avec l'augmentation de la population qui accroît la pression sur les terres. Comme la valeur des terres augmente, les petits agriculteurs vendent souvent aux grandes entreprises agro-alimentaires, tout en se déplaçant pour défricher la forêt ailleurs.



La déforestation tropicale commence par l'exploitation forestière pour l'industrie du bois, mais plusieurs autres facteurs interviennent.

La fabrication du charbon de bois au Brésil. Le fait que plus de 80% de la population des pays en développement dépend du charbon de bois pour la cuisson de leurs aliments contribue de manière significative à la dégradation des forêts. (Photo:A. McRobb).

Cependant, l'exploitation forestière est maintenant de moins en moins la principale cause de la disparition de la forêt tropicale, une quantité plus importante de bois étant produite à partir des plantations. L'Asie-Pacifique montre la voie à suivre dans le domaine des plantations forestières, avec un total de 90 millions d'hectares de plantations pour la production de bois en 2005. Ainsi, bien que l'exploitation forestière ait toujours été une cause majeure de la déforestation tropicale, elle est désormais surclassée par la tendance exponentielle de la demande de terres agricoles, tirée par les marchés mondiaux (Butler, 2009).

En Afrique, plus de la moitié (59%) de la déforestation est réalisée par les familles créant de petites exploitations agricoles, tandis qu'en Amérique latine, la déforestation est le plus souvent (47%) le résultat de l'agriculture industrielle, provoquée par la demande mondiale de produits agricoles. En Asie, la conversion des forêts en petites exploitations agricoles, et le remplacement de l'agriculture itinérante par des pratiques agricoles plus intensives, représentent 13% et 23% de la déforestation, respectivement, tandis que l'agriculture industrielle, notamment les plantations de palmiers à huile et d'hévéa, représentent 29% (FAO, 2009).



1.2 CONSÉQUENCES DE LA DÉFORESTATION TROPICALE



Une forêt montagnarde a été détruite pour faire place aux plantations de thé à Likombe, au Cameroun (Photo:A. McRobb)



Paysage victime de surpâturage au nord-est du Brésil (Photo:A. McRobb)

Le développement des infrastructures, en particulier les routes et les barrages, peut également avoir un effet très destructeur sur les forêts tropicales. Bien qu'un tel développement affecte des surfaces boisées relativement petites, il ouvre des zones forestières à la colonisation et les fragmente, en isolant les petites populations fauniques dans des fragments forestiers en constante diminution.

Enfin, la mauvaise gouvernance est un facteur important qui permet la survenue de la déforestation. Bien que la plupart des pays aient des lois pour contrôler l'exploitation forestière, les services forestiers n'ont pas souvent le pouvoir et les ressources financières nécessaires pour les faire respecter. Par conséquent, dans de nombreux pays tropicaux, plus de la moitié du bois produit est extraite illégalement (Environmental Investigation Agency, 2008). Les fonctionnaires en charge des forêts sont souvent mal payés et sont donc facilement corrompus. Les communautés locales sont marginalisées dans le processus décisionnel et, de ce fait, n'éprouvent aucune motivation pour la gestion durable des forêts. Ainsi, le renforcement des institutions publiques, ainsi que l'autonomisation des communautés locales sont essentiels pour la survie des forêts tropicales de la planète.

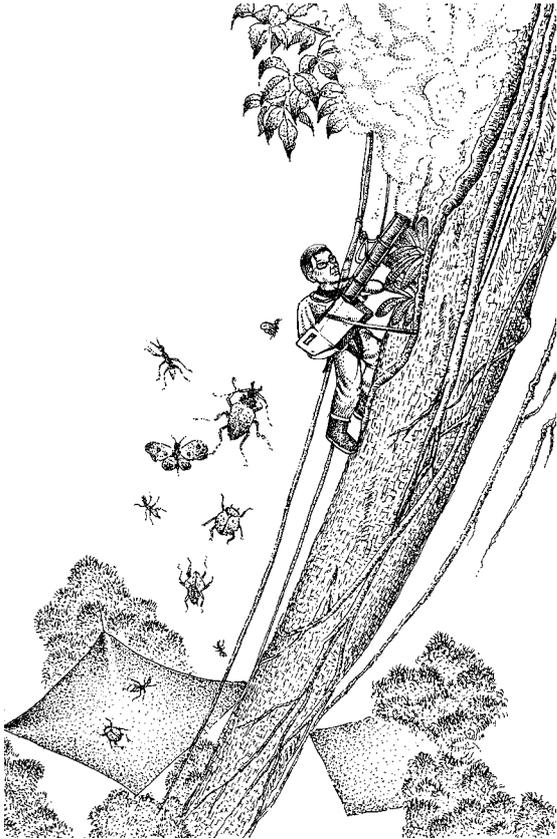
1.2 Conséquences de la déforestation tropicale

Les effets désastreux de la destruction des forêts tropicales sont bien documentés depuis des décennies (Myers, 1992). Ce qui inquiète le plus, c'est la plus vaste extinction jamais enregistrée dans l'histoire géologique de la planète.

Quel est le volume de la perte de biodiversité?

Bien que les forêts tropicales ne couvrent actuellement qu'environ 13,5% de la superficie terrestre de la planète, elles abritent plus de la moitié des espèces végétales et animales terrestres de cette planète. Donc, il n'est pas surprenant que leur destruction soit à l'origine de la disparition d'une proportion substantielle du biote terrestre. Cependant, il est difficile d'avancer un chiffre précis sur la quantité exacte d'espèces susceptibles de mourir à cause de la déforestation tropicale, parce qu'il n'existe pas de liste définitive de toutes les espèces des forêts tropicales. Les vertébrés et les plantes vasculaires ont été assez bien identifiés et dénombrés, même si les découvertes de nouvelles espèces ne sont pas rares, rendant ainsi cette tâche certainement incomplète. Mais ce sont les petits animaux, en particulier les

CHAPITRE 1 LA DÉFORESTATION TROPICALE: UNE MENACE POUR LA VIE SUR TERRE



Dans les années 1980, la pulvérisation des insecticides sur les insectes dans le couvert des forêts tropicales a commencé à montrer que la biodiversité de la Terre était beaucoup plus élevée que prévue et que la destruction des forêts tropicales constituait une menace majeure pour elle.

insectes et autres arthropodes, qui contribuent le plus à la biodiversité tropicale. Malheureusement, il n'y a pas assez de taxonomistes qui travaillent dans les régions tropicales pour identifier et recenser toutes ces derniers.

En remontant dans les années 1980, Terry Erwin dans ses travaux révélait déjà le nombre d'espèces d'arthropodes que l'on pourrait trouver dans les forêts tropicales. Erwin (1982) a étudié les communautés de coléoptères dans la cime d'arbres tropicaux. Il utilisa un nébulisateur insecticide, hissé dans les couronnes, pour abattre les insectes. Dans les couronnes d'arbres d'une seule espèce (*Luehea seemannii*), il trouva 1.100 espèces de coléoptères, dont environ 160 vivaient exclusivement sur cette essence. Puisque les coléoptères représentent environ 40% des espèces d'insectes, on peut estimer que la cime de *L. seemannii* supporte probablement autour de 400 espèces d'insectes spécialisés, avec 200 autres espèces vivant sur d'autres parties de l'arbre. Le nombre d'essences tropicales connues de la science est d'environ 50.000. Si chacune de ces espèces abritait un nombre d'espèces d'insectes spécialisés proche de celui de *L. seemannii*, alors les forêts tropicales de la planète pourraient contenir près de 30 millions d'espèces d'insectes.

Même si ce calcul se base sur de nombreuses hypothèses (encore en grande partie non vérifiées), et s'appuie sur un travail qui date de 30 ans, il demeure l'une des estimations les plus souvent citées de la biodiversité tropicale, ce qui est un triste reflet de l'état d'avancement de la taxonomie dans les forêts tropicales au cours des trois dernières décennies.

Une étude plus récente réalisée par Ødegaard (2008), qui a testé certaines des hypothèses d'Erwin, a laissé entendre que la faune mondiale d'arthropodes peut avoisiner 5 à 10 millions d'espèces.

Si le dénombrement des espèces existantes est problématique, alors le dénombrement de celles ayant disparu l'est encore plus. La survie d'une espèce est vérifiée à partir d'une seule observation, mais il est impossible d'être certain de l'extinction d'une espèce, car elle peut survivre où les biologistes n'ont pas encore visité. La redécouverte des espèces «disparues» a souvent lieu; aussi devons-nous nous appuyer sur la théorie biologique plutôt que sur le dénombrement direct d'espèces pour estimer les taux d'extinction.

Le modèle le plus largement appliqué est la courbe espèces-superficie, qui est dérivée du comptage des espèces dans des placettes d'échantillonnage consécutives, de taille égale. Au fur et à mesure que le nombre de parcelles d'échantillonnage augmente, le nombre cumulatif d'espèces découvertes augmente aussi. Dans un premier temps, l'augmentation est exponentielle, mais la courbe s'aplanit au fur et à mesure que l'on ajoute des parcelles d'échantillonnage supplémentaires, car moins d'espèces restent à découvrir. Le nombre de nouvelles espèces dans chaque placette d'échantillonnage ultérieure baisse finalement à zéro lorsque toutes les espèces ont été découvertes, et donc la courbe espèces-superficie atteint une asymptote supérieure.

Pour estimer les taux d'extinction, les courbes espèces-superficie sont utilisées en sens inverse pour répondre à la question: «Combien d'espèces vont-elles disparaître avec la réduction de la superficie d'un habitat?» Dans cette logique, Wilson (1992) estime qu'environ 27.000 espèces des forêts tropicales disparaissent chaque année sur la base des taux de destruction des forêts publiés et d'une courbe espèces-superficie, qui prévoit que le nombre d'espèces pourrait diminuer de 50% avec une réduction de 90% (Figure 1.1) de la superficie forestière.

1.2 CONSÉQUENCES DE LA DÉFORESTATION TROPICALE

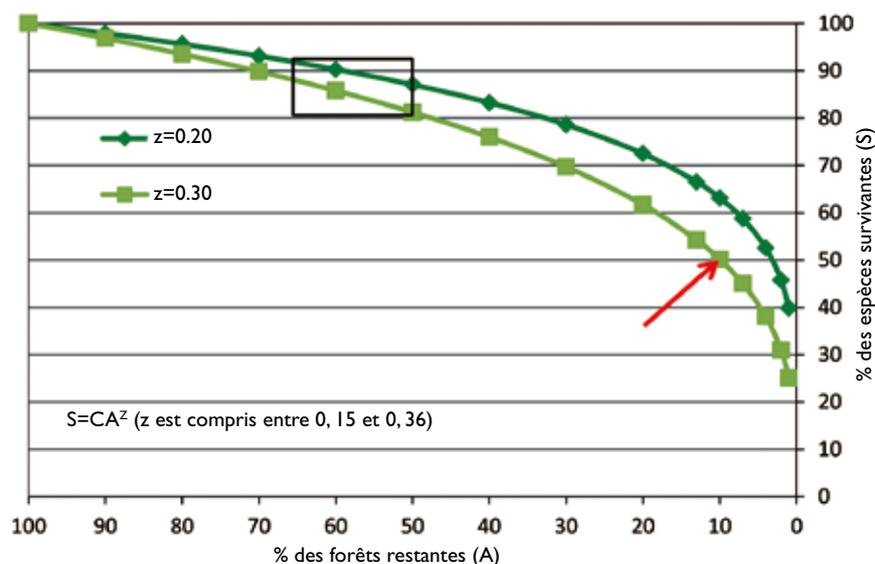


Figure 1.1. Malgré leurs failles, les modèles espèces-superficie contribuent encore à des prévisions de taux d'extinction. Pour les forêts tropicales, les valeurs du paramètre 'z' varient de 0,2 à 0,35 (à partir d'études empiriques). Une valeur de 0,3 prévoit une baisse de 50% de la biodiversité avec 90% de disparition de forêts (flèche). Le rectangle indique une perte de 8–20% des espèces tropicales depuis l'époque préindustrielle (en supposant une réduction de 35–50% du couvert forestier tropical).

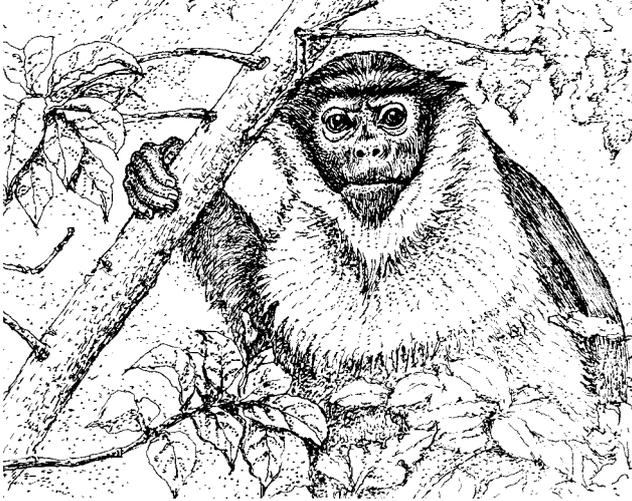
Wright et Muller-Landau (2006) ont également intégré les relations espèces-superficie dans leur analyse des extinctions d'espèces tropicales. Ils ont également démontré une relation négative entre la densité de la population humaine, en particulier dans les zones rurales, et le couvert forestier. Ces auteurs prévoient la perte continue de forêts primaires pour l'exploitation du bois, mais entrevoient une baisse de la densité de la population rurale dans les pays tropicaux à l'horizon 2030, ce qui entraînerait la régénération des forêts secondaires sur les terres abandonnées. Par conséquent, ils prévoient peu de changements dans le couvert forestier global au cours des 20 prochaines années, même si la plupart des forêts primaires seront remplacées par des forêts secondaires, ces dernières offrant un refuge à la plupart des espèces des forêts tropicales⁵. En appliquant les relations espèces-superficie à ce scénario, les auteurs prévoient des extinctions d'espèces de 21–24% en Asie, 16–35% en Afrique et «beaucoup moins» en Amérique latine d'ici à 2030.

Ces projections posent plusieurs problèmes. Le premier est que les relations espèces-superficie sont basées sur la superficie totale du couvert forestier restant, plutôt que sur la taille des fragments forestiers individuels. Si le couvert forestier total d'un pays est élevé, mais que la forêt est très fragmentée, chaque fragment pourrait ne pas être assez grand pour supporter des populations végétales et animales viables. Dans cette situation, la consanguinité va progressivement éliminer chaque petite population, fragment par fragment, et avec la disparition des espèces, le réseau de relations entre espèces qui est vital pour le maintien de la biodiversité des forêts tropicales sera défait. Perdant leurs pollinisateurs ou disséminateurs de graines, les plantes ne parviendront plus à se reproduire, et avec la disparition des «espèces clé de voûte», une cascade d'extinctions réduira la riche biodiversité des forêts tropicales à quelques espèces communes de mauvaises herbes prédominantes dans le paysage. Ainsi, ce n'est pas seulement le taux global de déforestation qui entraîne l'extinction, mais aussi le degré de fragmentation de la forêt restante.

Un autre problème est l'hypothèse de Wright et Muller-Landau selon laquelle les forêts tropicales secondaires fourniront un refuge aux espèces des forêts primaires (Gardner *et al.*, 2007), en particulier si ces zones sont séparées par de vastes étendues de terres agricoles, sur lesquelles la plupart des espèces des forêts primaires ne peuvent se déplacer. Autrement dit, le problème peut avoir plus trait à la fragmentation des forêts qu'au simple fait de savoir si une forêt est «secondaire» ou «primaire». Et enfin, leur analyse ne tient pas compte des effets de la chasse et du changement climatique mondial sur les extinctions d'espèces.

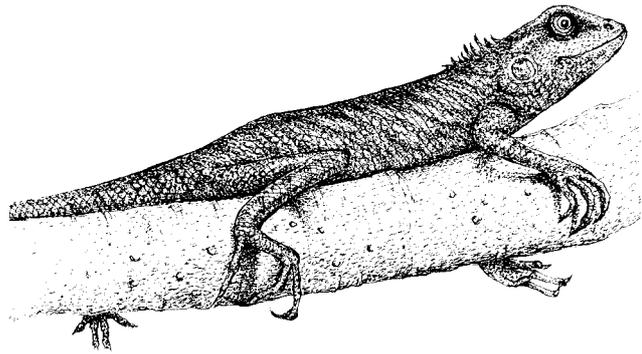
⁵ En Asie, la forêt secondaire fragmentée couvre déjà une superficie supérieure à la forêt primaire (Silk, 2005).

Juste quelques-unes des nombreuses espèces animales tropicales menacées d'extinction en raison principalement de la déforestation.



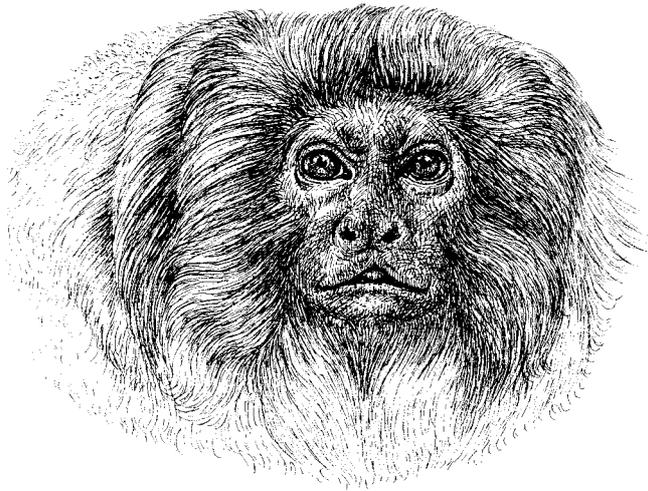
Le spectaculaire cercopithèque diane noir et blanc (*Cercopithecus diana*) a été dangereusement menacé d'extinction par la conversion des forêts d'Afrique de l'Ouest en terres agricoles. La chasse met désormais en danger les quelques animaux restants.

Le lézard de forêt inerme (*Calotes liocephalus*) est endémique à la forêt tropicale humide de montagne au Sri Lanka. Elle est menacée par la destruction de l'habitat et la fragmentation due à la culture de la cardamome, à l'élevage d'herbivores, et à l'exploitation forestière.



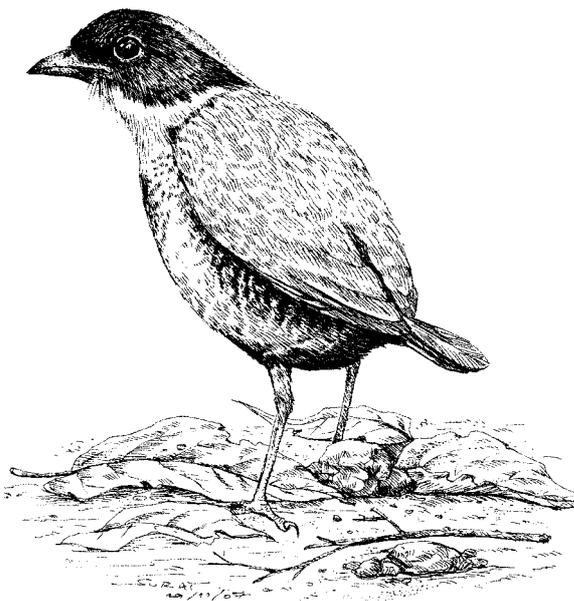
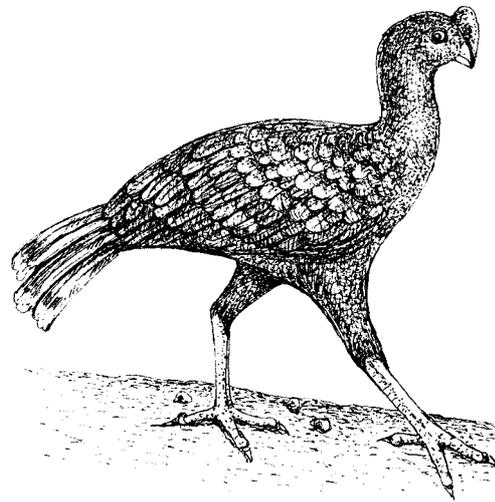
Le chat à tête plate (*Prionailurus planiceps*) est en voie de disparition en Indonésie et en Malaisie, en raison principalement de la conversion de son habitat dans les forêts tropicales de plaine en plantations de palmiers à huile.

1.2 CONSÉQUENCES DE LA DÉFORESTATION TROPICALE



Le tamarin lion doré (*Leontopithecus rosalia*) est endémique aux forêts côtières de basse altitude de Rio de Janeiro. Il est l'une des espèces les plus menacées d'extinction des types de forêts tropicales. Désormais réduite à moins de 1000 individus, l'espèce continue d'être menacée d'extinction en dépit d'un programme de rétablissement.

Le hocco mitou (*Mitu mitu*) est disparu à l'état sauvage en raison de la destruction des forêts primaires de plaine au Brésil. Par conséquent, cet écosystème forestier a perdu un important agent de dissémination de graines. Deux populations captives restent le seul espoir de survie de cette espèce.



La brève de Gurney (*Pitta gurneyi*) a déjà été déclarée disparue en raison de la conversion des forêts tropicales sempervirentes de plaine de la Thaïlande et de la Birmanie en plantations d'hévéa et de palmiers à huile. Sa redécouverte en 1986 a été suivie par des efforts frénétiques pour protéger, restaurer et «défragmenter» les minuscules parcelles de forêt sur le site de la redécouverte.
www.birdlife.org/news/features/2003/06/gurneys_pitta_stronghold.html

Bien qu'une perte comprise entre un quart et un tiers de la biodiversité tropicale au cours des 20 prochaines années soit grave, de nombreux scientifiques affirment que Wright et Muller-Landau avaient sous-estimé l'extinction des espèces dans les régions tropicales. La montée en puissance de l'agriculture et des plantations industrielles, comme principale cause de la déforestation tropicale, peut invalider la relation entre la population humaine et la déforestation. L'exploitation bovine, les plantations d'arbres et la production de biocarburants augmentent souvent la déforestation, tout en réduisant simultanément la densité de population humaine.

De toute évidence, un meilleur modèle est nécessaire pour les estimations de taux d'extinction, mais l'élaboration des prévisions de plus en plus précises de l'extinction des espèces ne résoudra pas le problème. Dans un monde où les forêts tropicales secondaires remplaceront en grande partie les forêts primaires, la survie de la plupart des espèces dépendra de l'assurance que les forêts secondaires se développent bien, supportent le rétablissement rapide de la biodiversité et sont bien connectées, afin de devenir écologiquement semblables à des forêts primaires dans les plus brefs délais. La science de la restauration de la forêt tropicale peut certainement aider dans ce processus.

Contribution de la déforestation tropicale au changement climatique mondial

La déforestation contribue de manière significative au changement climatique mondial. Le dioxyde de carbone (CO_2) libéré par le défrichage ou le brûlage des forêts tropicales contribue actuellement à près de 15% des émissions totales de CO_2 dans l'atmosphère provenant des activités humaines (Union of Concerned Scientists, 2009). Le reste provient de la combustion de combustibles fossiles. Dans plusieurs pays, la déforestation et la dégradation sont les principales sources d'émissions de CO_2 , le Brésil et l'Indonésie représentant à eux deux près de la moitié des émissions mondiales de CO_2 dues à la déforestation tropicale (Boucher, 2008).

Les forêts tropicales stockent 17% du total de carbone contenu dans l'ensemble de la végétation terrestre de la planète. La moyenne pantropicale s'établit à près de 240 tonnes de carbone stockées par hectare de forêt, réparties plus ou moins à parts égales entre les arbres et les sols (GIEC, 2000). Les forêts tropicales sèches stockent moins que cette moyenne, tandis que les forêts tropicales humides stockent plus. Par contre, les terres cultivées ne stockent, en moyenne, que 80 tonnes de carbone par hectare (la quasi-totalité de celui-ci dans le sol). Ainsi, en moyenne, le défrichage d'1 ha de forêt tropicale pour l'agriculture émet environ 160 tonnes nettes de carbone, tout en réduisant l'absorption du carbone, dans l'avenir, par la diminution du puits de carbone mondial. En outre, l'agriculture (en particulier la culture du riz et l'élevage de bétail) libère souvent des quantités importantes de méthane, dont la capacité à retenir la chaleur dans l'atmosphère est 20 fois supérieure à celle du CO_2 .

Ces faits montrent que, si la destruction des forêts tropicales contribue de manière significative au changement climatique mondial, la restauration des forêts pourrait être une partie importante de la solution.

Déforestation et ressources hydriques

Les forêts tropicales produisent d'énormes quantités de feuilles mortes, ce qui entraîne des sols riches en matière organique qui sont capables de stocker de grandes quantités d'eau par unité de volume. Ces sols se gorgent d'eau pendant la saison des pluies, en aidant à réalimenter les nappes phréatiques, et faisant ainsi en sorte que l'eau soit libérée lentement pendant la saison sèche. La déforestation entraîne l'augmentation de la quantité totale des eaux de pluie collectées à partir d'un bassin versant (car les arbres qui rejettent de l'eau à travers leurs feuilles sont enlevés), mais cette augmentation devient souvent plus saisonnière. Sans l'apport des feuilles mortes dans le sol et les racines d'arbres pour réduire l'érosion des sols, la couche arable qui a une capacité d'absorption est rapidement emportée. Le compactage du sol (résultant d'une exposition à des

1.2 CONSÉQUENCES DE LA DÉFORESTATION TROPICALE



La déforestation peut entraîner le tarissement des sources d'eau pendant la saison sèche, comme illustré ici dans le nord-est du Brésil.

précipitations intenses), la disparition de la faune du sol, le surpâturage et la construction de routes réduisent, tous, l'infiltration des eaux de pluie dans le sol et la reconstitution des nappes phréatiques. Ainsi, en saison des pluies, les tempêtes entraînent des déferlements d'eau rapides à partir du bassin versant, causant parfois des inondations. Inversement, en saison sèche, la quantité d'eau retenue dans le bassin versant est insuffisante pour maintenir le débit. Les cours d'eau s'assèchent et la production agricole en saison sèche baisse (Bruijnzeel, 2004).

La déforestation augmente considérablement l'érosion des sols, en particulier lorsque le sous-étage et la couche de litière sont endommagés (Douglas, 1996; Wiersum, 1984). Cela provoque l'envasement des ruisseaux, des rivières et des bassins, ce qui réduit la durée de vie des systèmes d'irrigation qui jouent un rôle crucial dans l'agriculture en aval.

Effets de la déforestation sur les communautés

Les personnes vivant à proximité des forêts sont les premières à être touchées par la déforestation, en perdant les avantages environnementaux décrits ci-dessus, ainsi que les aliments, les médicaments, les combustibles et les matériaux de construction.

Des millions de personnes vivant dans les forêts dépendent des produits forestiers pour leur subsistance. En cas de nécessité, la cueillette ou la vente de ces produits fournit un filet de sécurité aux ruraux pauvres (Ros-Tonen & Wiersum, 2003). Pour quelques-uns, le commerce des produits forestiers fournit d'importants revenus monétaires réguliers, bien que des problèmes liés à la commercialisation et aux modes de vie en mutation aient limité le développement de ce commerce (Pfund & Robinson, 2005).

Cependant, parce que la plupart des produits forestiers ne sont pas achetés ou vendus sur les marchés, leur valeur n'est pas prise en compte dans les indices de développement économique, tels que le produit intérieur brut (PIB). Ainsi, leur importance est souvent négligée par les décideurs, qui sacrifient les forêts pour la conversion à d'autres usages. Par conséquent, la pauvreté s'aggrave lorsque les populations locales sont obligées de dépenser de l'argent pour acheter des produits de substitution aux produits forestiers perdus. Paradoxalement, ces opérations sont prises en compte dans le PIB, ce qui donne une fausse impression de la croissance économique.

1.3 Qu'entend-on par restauration des forêts?

Le reboisement et la restauration des forêts ne renvoient pas toujours à la même chose

Le terme «reboisement» a différentes significations selon les personnes (Lamb, 2011) et il peut avoir trait à des actions qui permettent de retourner tout type d'espaces à un espace boisé. L'agroforesterie, la foresterie communautaire, la plantation forestière, etc. constituent, toutes, des types de «reboisement». Sous les tropiques, les plantations d'arbres sont la forme la plus répandue de reboisement. Les plantations monoculturelles (espèces souvent exotiques) de même âge pourraient s'avérer nécessaires pour répondre à la demande économique de produits ligneux et pour lever la pression sur les forêts naturelles. Elles ne peuvent pas, cependant, fournir aux populations locales les divers produits forestiers et services écologiques dont elles ont besoin; elles ne peuvent non plus fournir la gamme d'habitats pour toutes les espèces végétales et animales qui habitaient autrefois les écosystèmes forestiers qu'elles remplacent.

La restauration des forêts est une forme spécialisée de reboisement, mais, contrairement aux plantations industrielles, elle a pour objectifs le rétablissement de la biodiversité⁶ et la protection de l'environnement. La définition de la restauration des forêts utilisée dans ce livre est la suivante:

... «Actions visant à rétablir les processus écologiques, qui accélèrent le rétablissement des niveaux de la structure forestière, du fonctionnement écologique et de la biodiversité pour atteindre ceux typiques de la forêt climacique» ...

... c'est-à-dire le stade ultime de la succession forestière naturelle — des écosystèmes relativement stables qui ont développé la biomasse maximale, la complexité structurale et la diversité des espèces possibles dans les limites imposées par le climat et le sol et sans perturbation continue de l'homme (voir **Section 2.2**). Cela représente l'*écosystème cible* visé par la restauration des forêts.

Le climat étant un facteur important dans la détermination de la composition de la forêt climacique, les changements climatiques peuvent modifier le type de forêt climacique dans certaines zones et pourraient donc changer le but de la restauration (voir **Sections 2.3** et **4.2**).

La restauration des forêts peut comprendre la protection passive de la végétation restante (voir **Section 5.1**) ou des interventions plus actives pour accélérer la régénération naturelle (RNA, voir **Section 5.2**), ainsi que la plantation d'arbres (voir **Chapitre 7**) et/ou le semis de graines (ensemencement direct) des essences qui sont représentatives de l'écosystème cible. Les essences qui sont plantées (ou dont la plantation est encouragée) devraient être typiques dans l'écosystème cible, ou y assurer une fonction écologique vitale. Partout où les gens vivent soit à l'intérieur soit à proximité d'un site de restauration, les essences économiques peuvent être intégrées parmi celles plantées afin de fournir des produits de subsistance ou générateurs de revenus.

La restauration des forêts est un processus inclusif qui encourage la collaboration entre un large éventail de parties prenantes comprenant les populations locales, des représentants des pouvoirs publics, des organisations non gouvernementales, des scientifiques et des organismes de financement. Son succès se mesure par l'augmentation de la diversité biologique, de la biomasse, de la productivité primaire, de la matière organique du sol et de sa capacité de rétention de l'eau, ainsi que par le retour d'espèces rares et importantes qui sont

⁶ Tout au long de ce livre, «le rétablissement de la biodiversité» renvoie à la recolonisation d'un site par les espèces végétales et animales qui habitaient à l'origine l'écosystème de la forêt climacique. Il exclut les espèces exotiques et les espèces domestiquées.

1.3 QU'ENTEND-ON PAR RESTAURATION DES FORÊTS?

caractéristiques de l'écosystème cible (Elliott, 2000). Les indices économiques de la réussite peuvent comprendre la valeur des produits forestiers et les services écologiques générés (par exemple, la protection des bassins versants et le stockage du carbone, etc), qui en fin de compte contribuent à la réduction de la pauvreté.

Où est-ce que la restauration des forêts est appropriée?

La restauration des forêts est appropriée partout où le rétablissement de la biodiversité constitue l'un des principaux objectifs du reboisement, que ce soit pour la conservation de la faune, la protection de l'environnement, l'écotourisme ou pour fournir un large éventail de produits forestiers aux communautés locales. Les forêts peuvent être restaurées dans diverses circonstances, mais les sites dégradés dans les aires protégées sont une priorité majeure, en particulier là où une certaine forêt climacique reste comme source de semences. Même dans les aires protégées, il y a souvent de grands sites déboisés: faisant l'objet de l'exploitation forestière sur des superficies ou des sites anciennement défrichés pour l'agriculture. Pour que les aires protégées assurent leur fonction de derniers refuges de la faune terrestre, la restauration de ces aires doit systématiquement figurer dans leurs plans de gestion.

Mais la faune n'est pas la seule considération. De nombreux projets de restauration sont actuellement mis en œuvre sous l'égide de la «restauration des paysages forestiers» (RPF; voir **Section 4.3**), définie comme un «processus planifié, qui vise à rétablir l'intégrité écologique et à améliorer le bien-être des êtres humains dans des paysages déboisés ou dégradés». La RPF reconnaît que la restauration des forêts peut également assurer des fonctions sociales et économiques. Elle vise à atteindre le meilleur compromis possible entre l'atteinte des objectifs de conservation et la satisfaction des besoins des communautés rurales. Avec la montée de la pression humaine sur les paysages, la restauration des forêts sera le plus souvent pratiquée dans le cadre de plusieurs autres formes de gestion des forêts, ceci pour répondre aux besoins économiques des populations locales.

La plantation d'arbres est-elle essentielle pour restaurer les écosystèmes forestiers?

Pas toujours. On peut réaliser beaucoup de choses en étudiant comment les forêts se régénèrent (voir **Section 2.2**), en identifiant les facteurs qui limitent la régénération et en élaborant des méthodes pour les surmonter. Il peut s'agir de désherber et d'ajouter des engrais autour des jeunes plants d'arbres naturels, de prévenir les incendies, de déplacer le bétail et ainsi de suite. Il s'agit de la régénération naturelle «accélérée» ou «assistée» (RNA, voir **Section 5.2**). Cette stratégie est simple et rentable, mais elle ne peut fonctionner que surtout là où les espèces pionnières sont déjà présentes. Ces espèces pionnières ne représentent qu'une petite portion de l'ensemble des espèces d'arbres qui composent les forêts tropicales climaciques. Par conséquent, pour un rétablissement complet de la biodiversité, la plantation de certaines espèces est souvent nécessaire, en particulier celles à grosses graines mal dispersées. Il n'est pas possible de planter l'ensemble de la multitude d'espèces d'arbres qui peuvent avoir existé dans la forêt tropicale primaire d'origine et, heureusement, ce n'est généralement pas nécessaire si la méthode des espèces «framework» est utilisée.

La méthode des espèces «framework»

La plantation de quelques espèces d'arbres soigneusement sélectionnées peut rapidement rétablir les écosystèmes forestiers riches en biodiversité. D'abord élaborée dans le Queensland, en Australie (Goosem & Tucker, 1995; Lamb *et al.*, 1997; Tucker & Murphy, 1997; Tucker, 2000; voir **Encadré 3.1**), la méthode des espèces «framework», c'est-à-dire les espèces cadres, implique la



Dans les années 1980, les organisations de protection de la nature avaient prévenu que, une fois détruites, les forêts tropicales ne pourraient jamais être rétablies. Les recherches effectuées sur la restauration au cours des trente années sont en train de contester cette vérité acceptée de longue date.

- (a) Ce site dans le parc national de Doi Suthep-Pui, au nord de la Thaïlande, a été déboisé, surcultivé et ensuite brûlé, mais les populations locales ont, par la suite, collaboré avec l'Université Chiang Mai pour réparer leur bassin versant.
- (b) La prévention des incendies, l'entretien de la régénération existante et la plantation des essences «framework» ont commencé à produire des résultats un an après.
- (c) Neuf ans plus tard, la souche d'arbre noircie est éclipsée par la forêt restaurée.



plantation de mélanges de 20 à 30 essences forestières qui rétablissent rapidement la structure de la forêt et le fonctionnement de l'écosystème (voir **Section 5.3**). Les animaux sauvages, attirés par les arbres plantés, dispersent les graines d'autres espèces d'arbres dans les zones plantées, tandis que les conditions plus froides, plus humides et exemptes de mauvaises herbes, créées par les arbres plantés, favorisent la germination des graines et la prise des plantules. D'excellents résultats ont été obtenus grâce à cette technique en Australie (Tucker & Murphy, 1997) et en Thaïlande (FORRU, 2006).

Limites de la restauration des forêts

«Les forêts tropicales, une fois détruites, ne peuvent jamais être rétablies» — tel fut l'appel de clairon des organisations de protection de la nature il y a 30 ans, lors de la collecte de fonds pour des projets de protection des forêts tropicales. Bien que la science ait enregistré beaucoup de progrès en matière de restauration au cours des années qui ont suivi, la protection des zones restantes de la forêt tropicale primaire, en tant que «berceaux de l'évolution», doit rester la principale priorité en matière de conservation à l'échelle mondiale dans la recherche des voies et moyens pour réduire la perte de la biodiversité. Bien que certains attributs de forêts primaires puissent maintenant être restaurés, leur longue histoire ininterrompue de l'évolution des espèces ne peut pas l'être. Une fois que les espèces qui sont les plus sensibles à la perturbation de la forêt ont disparu, aucun effort de restauration de l'habitat ne peut les rétablir. En outre, la restauration est coûteuse et laborieuse, et le résultat ne saurait être garanti, de sorte que les progrès enregistrés dans les techniques de restauration ne peuvent pas être utilisés pour soutenir la politique de gestion forestière qui consiste à «détruire maintenant — restaurer plus tard».

1.4 Les avantages de la restauration des forêts

Des techniques fiables sont essentielles pour la réussite de la restauration des forêts, mais leur impact est insignifiant sans le soutien, la motivation et les efforts des communautés locales. Les populations locales sont les plus grands bénéficiaires des services environnementaux et des produits forestiers qui résultent de la restauration des forêts, mais elles supportent également les coûts les plus élevés en termes de cession des terres potentiellement productives. Leur participation est assurée seulement quand elles sont pleinement conscientes de tous les avantages et convaincues qu'elles en recevront leur juste part.

De nombreuses études ont quantifié les valeurs des forêts tropicales (www.teebweb.org/), mais ces valeurs ne sont réalisées que lorsque quelqu'un est prêt à en payer le prix. Les politiciens, les décideurs et les hommes d'affaires continuent d'ignorer la valeur des forêts tropicales sauf si de telles valeurs contribuent aux indices de croissance économique. Divers mécanismes d'évaluation sont en cours d'élaboration qui peuvent récompenser équitablement tous ceux qui investissent leurs efforts dans la restauration des forêts. Le commerce du carbone est probablement le plus avancé de ces mécanismes, mais les paiements pour l'approvisionnement en eau, les programmes de compensation pour la biodiversité et la génération de revenus provenant de l'écotourisme et du commerce des produits forestiers sont aussi désormais de plus en plus acceptés.

La valeur marchande de la biodiversité

L'un des moyens les plus évidents d'évaluer une forêt tropicale est de calculer le coût total de la substitution des produits extraits des forêts par les populations locales. Par exemple, si les villageois perdent leur source de bois de chauffage en raison de la déforestation et achètent des bonbonnes de gaz sur le marché, la valeur de substitution du bois de chauffage est le prix payé pour le gaz. C'est donc une mesure de la valeur de la forêt. Fait intéressant, la perte du bois de chauffage n'a pas d'effet sur le PIB (comme il n'est généralement pas acheté ou vendu), mais l'achat de gaz, lui, contribue au PIB. De cette façon, la déforestation semble accroître la prospérité nationale, malgré l'appauvrissement des villageois. La restauration de la forêt inverse ce paradoxe. La restauration de la source des produits forestiers pour les communautés constitue une motivation importante pour les populations locales pour planter des arbres. Elle est une valeur directement mesurable de la restauration des forêts.

La valeur des produits forestiers tropicaux peut être calculée à partir des prix du marché et des volumes vendus. Au moins 150 différents produits forestiers, dont le rotin, le bambou, les noix, les huiles essentielles et les produits pharmaceutiques, sont commercialisés au niveau international, en contribuant à au moins 4,7 milliards de dollars US/an à l'économie mondiale. La restauration forestière pourrait jouer un rôle important dans la satisfaction de la demande croissante de

Produits forestiers



CHAPITRE 1 LA DÉFORESTATION TROPICALE: UNE MENACE POUR LA VIE SUR TERRE



Préparation pour accueillir les écotouristes. Au projet Himmapaan, une pépinière et un centre d'exposition ont été construits spécifiquement pour impliquer les clients de l'éco-tourisme dans les activités de restauration des forêts. Les éco-guides sont bien formés aux techniques de restauration, prêts à guider leurs clients par le biais des techniques de pépinière et de terrain.

ces produits, tout en générant des revenus pour les communautés locales. L'approvisionnement en ces produits peut être intégrée dans la conception de projets de restauration forestière, soit en plantant des essences économiques appropriées ou en créant des conditions qui favorisent leur colonisation naturelle de la forêt restaurée. Bien sûr, les revenus provenant de l'extraction des produits forestiers ne peuvent être maintenus que si ces produits sont récoltés de manière durable⁷ et les avantages répartis équitablement entre les membres de la communauté. Cependant, un tel scénario est plus susceptible de survenir dans les forêts dont la restauration a été l'œuvre des villageois que dans les forêts naturelles, où de telles ressources sont considérées comme «gratuites». La «*Rainforestation*», méthode de restauration élaborée aux Philippines, est peut-être l'approche la plus connue pour l'intégration des produits forestiers dans les projets de restauration des forêts (www.rainforestation.ph) (voir **Encadré 5.3**).

Les revenus de l'écotourisme sont une autre façon d'apprécier le retour de la biodiversité résultant de la restauration des forêts. Par exemple, la Harapan⁸ Rainforest Initiative en Indonésie, dirigée par une coalition d'associations de protection de la nature⁹, vise à restaurer plus de 1.000 km² de la forêt tropicale de Sumatra pour la conservation de la faune et la génération des financements pour ce projet en créant une destination écotouristique unique. En revanche, les éco-companies¹⁰ et les villageois dans le nord de la Thaïlande ont mis en place un projet de restauration des forêts, la Himmapaan¹¹ Foundation, pour impliquer leurs clients dans la récolte des graines, en travaillant dans la pépinière du projet, en plantant et en prenant soin des arbres dans les sites restaurés.

Les marchés internationaux qui mettent en valeur la biodiversité dans son ensemble sont également en cours de développement. Dans certains pays, la destruction de la biodiversité par le développement doit être suivie par le rétablissement d'une biodiversité équivalente ailleurs. C'est ce qu'on appelle «compensation pour la biodiversité» ou «bio-banques». Les porteurs de projets achètent des crédits carbone qui sont générés par des projets de conservation qui rétablissent ou améliorent la biodiversité. Par exemple, une société minière, qui détruit 100 hectares de forêt tropicale à un endroit donné, paie le coût total de la restauration d'une superficie égale avec la même biodiversité ailleurs. De tels projets pourraient financer la restauration des forêts, mais ils sont très controversés. Acheter le «droit de détruire la biodiversité» est moralement discutable. De par sa nature, la biodiversité n'est pas un produit uniforme (comme le carbone).

⁷ C'est-à-dire que la quantité récoltée par an ne dépasse pas la productivité annuelle.

⁸ «Espoir» en indonésien.

⁹ Burung Indonésie, Birdlife International, la Société royale pour la protection des oiseaux et autres (www.birdlife.org/action/ground/sumatra/harapan_vision.html).

¹⁰ East West Siam Travel, Asian Oasis, Gebeco et Travel Indochina.

¹¹ Une forêt mythique dans les cultures orientales, l'équivalent du Jardin d'Eden. <http://himmapaan.com>.

1.4 LES AVANTAGES DE LA RESTAURATION DES FORÊTS

Pour les forêts tropicales extrêmement diverses, il est impossible de garantir le rétablissement de *toutes* les espèces touchées par un projet de développement sur un autre site, quels que soient les fonds qui y sont investis. Ainsi, tandis que le parrainage de la restauration des forêts est louable, la compensation des atteintes à la biodiversité sous sa forme actuelle reste une valeur de conservation discutable.

La valeur en stockage du carbone

Les forêts tropicales absorbent plus de CO₂ par la photosynthèse qu'elles n'en émettent par la respiration. Des recherches récentes ont quantifié ce « puits » à environ 1,3 gigatonnes de carbone (GtC) par an (Lewis *et al.*, 2009), l'équivalent de 16,6% des émissions de carbone provenant de l'industrie du ciment et de la combustion de combustibles fossiles¹² et contribuant à 60% du puits alimenté par l'ensemble de la végétation terrestre de la planète. En Afrique, les forêts tropicales absorbent en réalité plus de carbone que ce qui est rejeté par les émissions de combustibles fossiles (Lewis *et al.*, 2009). Avec l'accroissement de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère, les forêts tropicales pourraient devenir encore plus efficaces dans l'absorption de CO₂, de fortes concentrations de CO₂ stimulant la photosynthèse. On ne saurait avoir recours aux forêts tropicales pour résoudre le problème du changement climatique mondial, mais elles peuvent aider à le ralentir suffisamment pour fournir le temps nécessaire pour passer radicalement d'une économie mondiale basée sur le carbone à une économie sans émission nette de carbone.

Le commerce de crédits de carbone pourrait transformer le potentiel de stockage de carbone des projets de restauration des forêts en argent comptant. L'idée semble simple. Le dioxyde de carbone est le gaz à effet de serre le plus important. Les centrales électriques qui brûlent du charbon ou du pétrole libèrent le CO₂ dans l'atmosphère, tandis que les forêts tropicales l'absorbent. Donc, si une compagnie d'électricité paie pour la restauration des forêts, elle pourrait continuer à émettre du CO₂ sans pour autant augmenter la concentration du CO₂ dans l'atmosphère. Une entreprise qui achète des crédits carbone achète le droit d'émettre une certaine quantité de CO₂. L'argent payé pour ces crédits de carbone pourrait alors servir à financer la restauration des forêts, augmentant ainsi la capacité du puits de carbone planétaire. Les crédits de carbone sont vendus, comme les valeurs mobilières. Donc, leurs prix peuvent augmenter ou baisser en fonction de la demande. Il en existe deux types:

- Les crédits de conformité sont achetés par les sociétés et les gouvernements afin de répondre à leurs obligations internationales en vertu du Protocole de Kyoto, compensant ainsi une partie du carbone qu'ils émettent. Le Mécanisme de Développement Propre (MDP) du protocole achemine les fonds qui lui sont versés vers les projets qui absorbent le CO₂ ou en réduisent les émissions.
- Les crédits volontaires sont achetés par des individus ou des organisations qui cherchent à réduire leur « empreinte carbone ». Le marché volontaire est réduit par rapport à celui de conformité et les crédits volontaires sont moins chers car les projets pour lesquels ils sont achetés n'ont pas l'obligation de remplir les exigences du MDP.

À l'heure actuelle, peu de projets de restauration des forêts ont été approuvés pour un soutien au titre du MDP, car il est difficile de mesurer la quantité de carbone stocké dans les forêts, qui ont des taux de croissance très variables et qui pourraient facilement brûler ou se dégrader. En outre, les crédits pourraient encourager l'établissement de plantations d'arbres à croissance rapide sur de grandes surfaces, entraînant ainsi une délocalisation des populations locales. Ainsi, plusieurs obstacles doivent être surmontés avant que les crédits de conformité ne puissent générer des revenus pour les projets de restauration des forêts.

Le principe du volontariat, cependant, se révèle être couronné de plus de succès. Partout dans le monde, les sociétés parrainent la plantation d'arbres, en partie pour compenser leur empreinte carbone, mais aussi pour promouvoir une image plus propre, plus verte. Le défi consiste à s'assurer

¹² 7,8 GtC par an, à partir de 2005, en hausse de 3% par an (Marland *et al.*, 2006).

CHAPITRE 1 LA DÉFORESTATION TROPICALE: UNE MENACE POUR LA VIE SUR TERRE

que le résultat de tels projets aille au-delà du simple stockage du carbone par la restauration des écosystèmes forestiers riches en biodiversité qui offrent la gamme complète de produits et de services environnementaux, tant aux populations locales qu'à la faune.

Un autre programme international qui mérite d'être signalé ici est REDD+, qui signifie «Réduction des Emissions dues à la Déforestation et à la Dégradation des forêts». Il s'agit d'un ensemble de politiques et d'incitations en cours d'élaboration en vertu de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) pour réduire les émissions de CO₂ provenant du défrichage et du brûlage des forêts tropicales. Le concept a récemment été élargi afin d'inclure le «renforcement des stocks de carbone», c'est-à-dire la restauration des forêts pour augmenter réellement l'absorption du CO₂¹³. Une fois établi, ce cadre international prévoira les mécanismes de financement et de suivi approuvés, tant pour les projets de conservation des forêts que pour les projets de restauration forestière qui améliorent le «puits» forestier mondial net pour le CO₂, tout en conservant la biodiversité et en bénéficiant aux populations locales. Le financement devrait provenir à la fois des marchés du crédit de carbone établis et des fonds internationaux spécialement créés, mais aucun accord international formel n'a encore été signé. Le succès de REDD+ dépendra également des améliorations considérables en matière de gouvernance forestière, ainsi que du renforcement des capacités à tous les niveaux, des villageois aux décideurs. Malgré ces défis, plusieurs projets REDD+ pilotes sont déjà en cours, desquels des enseignements précieux seront sans doute tirés pour le développement futur du programme.

Ruisseau
traversant la forêt
en Thaïlande.

Qu'en est-il de l'eau?



Dans de nombreux pays tropicaux, l'approvisionnement en eau potable dépend de la conservation des bassins versants. Le sol riche en matière organique sous les forêts fournit un mécanisme de stockage naturel et un filtre naturel, qui maintiennent les flux d'eau en saison sèche et empêchent l'envasement des infrastructures hydrauliques (Bruijnzeel, 2004). Le maintien du couvert forestier entraîne un coût (c'est-à-dire les terres agricoles sacrifiées) pour les personnes qui vivent dans les bassins versants, mais profite aux agriculteurs et aux citoyens en aval. Pour garantir l'approvisionnement en eau potable, par conséquent, certaines entreprises de fourniture d'eau ont mis au point des mécanismes originaux pour financer la conservation des forêts. Par exemple, la Société des services publics de Heredia, au Costa Rica, intègre dans la facture de ses clients un supplément de 10 cents américains par mètre cube d'eau consommé. Cet argent est versé aux parcs forestiers publics et à des propriétaires fonciers pour protéger ou restaurer les forêts à un taux de 110 dollars américains/ha/an (Gamez, non daté). En fait, le Costa Rica est le leader mondial en matière de paiements pour services environnementaux (PSE). Le programme national PSE de ce pays, financé principalement à partir d'une taxe sur le carburant, paie des propriétaires forestiers pour quatre services environnementaux groupés (la protection des bassins versants, le stockage du carbone, la beauté du paysage et la biodiversité). En 9 ans, il a versé 110 millions de dollars américains à 6.000 propriétaires de plus de 5.000 km² de forêt (Rodriguez, 2005).

¹³ www.scribd.com/doc/23533826/Decoding-REDD-RESTORATION-IN-REDD-Forest-Restoration-for-Enhancing-Carbon-Stocks

La valeur des forêts tropicales

Si *toutes* les valeurs forestières étaient commercialisées et payées, la restauration des forêts pourrait devenir plus rentable que d'autres utilisations des terres. L'étude de L'économie des Écosystèmes et de la Biodiversité (TEEB)¹⁴ a estimé la valeur totale moyenne de tous les services écosystémiques des forêts tropicales à plus de 6.000 dollars américains/ha/an (**Tableau 1.2**), ce qui est plus rentable que l'huile de palme. La pertinence du modèle économique de restauration des forêts réside dans le fait qu'il génère une gamme variée de sources de revenus qui sont répartis entre de nombreuses parties prenantes. Donc, si le prix du marché d'un service ou d'un produit baisse, un autre peut être mis au point pour maintenir la rentabilité globale. La restauration des forêts n'est plus seulement une chimère d'écologistes; elle pourrait très bien devenir une industrie mondiale très lucrative.

Tableau 1.2. Valeurs moyennes des services écosystémiques de la forêt tropicale (TEEB, 2009).

	Valeur moyenne (\$US/ha/an)	Nbre d'études
Services d'approvisionnement		
Aliments	75	19
Eau	143	3
Autres matières premières	431	26
Ressources génétiques	483	4
Ressources médicinales	181	4
Services de régulation		
Qualité de l'eau	230	2
Régulation du climat	1.965	10
Régulation du débit d'eau	1.360	6
Traitement des déchets/purification de l'eau	177	6
Prévention de l'érosion	694	9
Services culturels		
Loisirs et tourisme	381	20
Total	6.120	109

Source: TEEB (2009)

¹⁴ www/teebweb.org/

ETUDE DE CAS 1

Cristalino

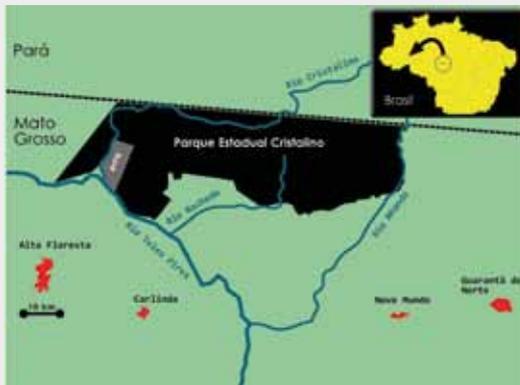
Pays: Brésil

Type de forêt: forêt tropicale sempervirente de plaine, forêt saisonnièrement inondée, forêt tropicale sèche de plaine et formations de sable blanc.

Propriété: l'Etat et les aires protégées privées, les petites exploitations agricoles et les exploitations bovines.

Gestion et utilisation communautaire: gestion de la conservation, élevage et agriculture itinérante sur brûlis.

Niveau de dégradation: d'importantes superficies de pâturages et de végétation secondaire dégradées.



Localisation de la zone d'étude.

Contexte

Le parc régional de l'Etat de Cristalino créé par le gouvernement de l'Etat du Mato Grosso, se trouve à la frontière de la partie nord affectée par la déforestation, dans le sud de l'Amazonie brésilienne. Il fait partie d'un projet de corridor de conservation conçu pour bloquer ce processus. Même si cette aire est officiellement protégée, elle a perdu d'importantes superficies de végétation naturelle au profit de l'élevage de bétail depuis sa création en 2000. Ses limites sud et est ont été gravement déboisées à la suite de l'occupation légale et illégale des terres par les éleveurs et les petits exploitants agricoles.

Recueillir les données de base: recherche sur la biodiversité dans la région de Cristalino

En étroite collaboration, le Royal Botanic Gardens, Kew, la Fondation Écologique de Cristalino (FEC) et l'Université d'État du Mato Grosso (UNEMAT) ont effectué des inventaires des espèces, la cartographie de la végétation et des analyses quantitatives de la composition des espèces pour fournir des données de référence pour la planification de la gestion et la restauration. Le travail a généré une liste d'environ 1500 espèces, liées aux types de végétation et à l'environnement (Zappi *et al.*, 2011). Cette compréhension de base de la composition et de la diversité des forêts est reconnue comme un point de départ fondamental pour le développement des activités de restauration dans la région, où la flore n'avait pas préalablement fait l'objet d'une étude en profondeur.



Zones dégradées dans le parc de l'Etat de Cristalino. Les zones hachurées en rouge/blanc ont été déboisées avant la création de la réserve, les zones rouges par la suite.

Les discussions avec les organisations gouvernementales et non gouvernementales locales ont fait ressortir la nécessité d'un rétablissement stratégique des superficies dégradées, et du développement et de la diffusion des méthodologies adaptées au contexte local, ainsi que des mesures incitatives pour le reboisement.

Opportunités, approches et méthodes de restauration

Les possibilités de restauration ont été identifiées dans les zones de pâturages abandonnés de la réserve, sur les terres dégradées occupées par les petits exploitants, et le long des bords des cours d'eau de la zone tampon autour du parc.

La sélection des essences «framework» (c.-à-d. «cadres») appropriées pour la restauration dépendra à la fois du contexte écologique et humain. La demande d'avantages économiques relativement à court terme au sein de petites exploitations dicte l'intégration d'essences ayant une valeur économique, soit directement (par exemple, les plantes alimentaires, les arbres à bois d'œuvre, etc.) ou indirectement (les arbres d'ombrage pour nourrir les cultures de rente du sous-étage). Les données sur les utilisations des plantes au plan local, recueillies au cours des études de base, ont été complétées avec les informations publiées sur les utilisations des mêmes essences ailleurs dans l'Amazonie.

Quatorze espèces indigènes d'*Inga* (Légumineuses), genre fixateur d'azote capable d'une croissance rapide sur des sols pauvres ou très dégradés, ont été répertoriées dans la région. Parmi elles, figurent des espèces qui sont adaptées à la forêt inondée, aux rives des cours d'eau, et aux forêts de terre ferme (sèche). Les graines d'*Inga* sont entourées par de doux arilles blancs, qui attirent la faune et sont largement consommés par les communautés autochtones à travers l'Amazonie. L'*Inga edulis*, essence cultivée qui apparaît également à l'état sauvage dans la région de Cristalino, a été utilisé avec succès dans des essais de cultures en bandes alternées sur des terres dégradées ailleurs dans la région néotropicale (Pennington & Fernandes, 1998). Cette essence enrichit le sol en nutriments et en matière organique (aidée en cela par un élagage périodique dans les allées) et étouffe rapidement l'herbe exotique *Brachiaria*, qui inhibe la régénération des arbres. Ce système est également approprié pour la mise en place des arbres forestiers, qui peuvent être plantés dans les couloirs entre les rangées aménagées (TD Pennington, communication personnelle).

Dans la région de Cristalino, le succès du reboisement va inévitablement avoir lieu à l'interface entre l'agroforesterie, la sylviculture et la restauration écologique. Une ONG locale, l'Instituto Ouro Verde (IOV), a développé un prototype de base de données en ligne pour fournir des données sur les espèces adaptées aux conditions locales pour les systèmes agroforestiers. Cela permettra la sélection des espèces «framework» pour la restauration des forêts dans la région et fournira des orientations pour leur gestion. En réponse au problème de pénurie croissante de l'eau, IOV, avec la participation de Kew, implique également les communautés locales dans la restauration de la forêt-galerie dans les petites exploitations et fournit du matériel de clôture. En s'appuyant sur des données de référence sur la diversité botanique, il est désormais possible de développer un programme proactif de plantation d'arbres qui utilise des espèces adaptées à la situation locale.

Dans la région de Cristalino, la végétation indigène est très variable et fortement influencée par des facteurs édaphiques et hydrologiques. Les sols varient du sable presque blanc pauvre en éléments nutritifs aux latosols argileux plus fertiles, le premier étant généralement associé au stress hydrique pendant la saison sèche de cinq mois et, par endroits, à l'engorgement durant la saison humide. Cette complexité nécessite une bonne adaptation des espèces sélectionnées aux conditions du site et souligne ainsi l'importance d'études détaillées de la végétation de base. Par exemple, la forêt de terre ferme (terre sèche) sur les sols argileux de Cristalino est dominée par des espèces de la famille Burseraceae, avec *Tetragastris altissima* qui abonde. Ce grand arbre est bien adapté à la région, attire la faune avec les arilles doux qui entourent ses graines et a plusieurs usages populaires. Dans la forêt semi-décidue sur des sols sableux, cependant, les légumineuses sont la famille dominante, avec une abondance de *Dialium guianense* et *Dipteryx*



Forêt sempervirente non perturbée dans le parc de l'Etat de Cristalino.

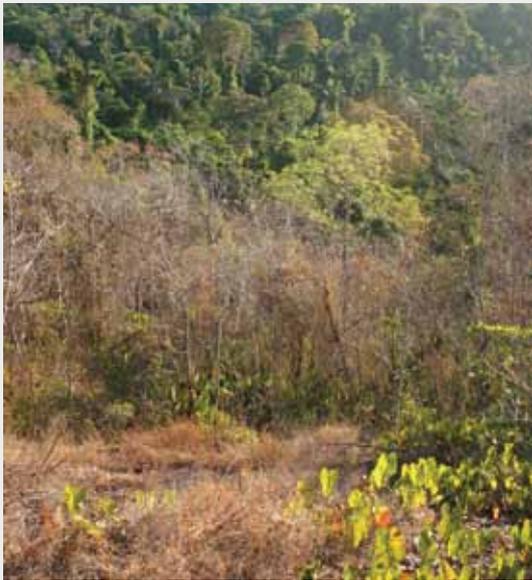


Inga marginata, une des nombreuses espèces indigènes qu'on trouve dans la région.

CHAPITRE 1 LA DÉFORESTATION TROPICALE: UNE MENACE POUR LA VIE SUR TERRE



Pâturages de *Brachiaria* dans le parc de l'Etat de Cristalino.



Forêt sèche (décidue) sur une colline de granite, forêt sempervirente de basse altitude.

odorata. Les deux sont des essences ligneuses commerciales. *Dipteryx odorata* attire les chauves-souris, qui sont d'importants agents de dispersion de graines. Ces essences importantes sont donc des candidates prometteuses à la catégorie d'espèces «framework». De même, les observations sur la végétation secondaire ont également été utiles pour l'identification des espèces «framework» potentielles. *Acacia polyphylla* (Légumineuses) et *Cecropia spp.* (Urticacées) sont d'excellentes essences candidates locales, les graines de *Cecropia spp.* étant également dispersées par la chauve-souris.

L'impact à venir du changement climatique influencera également le choix des espèces pour le reboisement. Les modèles préliminaires pour le sud de l'Amazonie prévoient une transition des types adaptés à une végétation verdoyante à ceux adaptés à une végétation sèche (Malhi *et al.*, 2009) en raison de l'assèchement du climat. Étant donné que les habitats secs font déjà leur apparition dans la région de Cristalino, où la disponibilité en eau est limitée pendant la saison sèche, il peut s'avérer bénéfique d'intégrer les espèces adaptées à un milieu sec comme *Tabebuia spp.* (Bignoniaceae) dans des plantations expérimentales dans les localités où elles ne pourraient pas naturellement faire leur apparition dans les conditions actuelles.

Par William Milliken