

ÉDITORIAL

La publication de ce numéro d'*Unasylva* coïncide avec deux événements marquants pour les forêts. Les 196 Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques viennent de se réunir à la Conférence Paris climat 2015 en vue de négocier un accord qui soit en mesure de changer la donne en matière de changement climatique. Toujours à Paris, le Global Landscapes Forum 2015, Forum mondial sur les paysages, a été le théâtre de discussions de haut niveau portant sur la recherche et les politiques qui sous-tendent les questions d'utilisation des terres. La restauration des paysages forestiers est une pièce clé du puzzle.

Le dictionnaire Oxford de la langue anglaise définit la «restauration» comme «l'action consistant à ramener quelque chose à un état ou à une position précédente». La restauration du paysage forestier (RPF), toutefois, confère à ce terme un rôle bien plus vaste que le simple retour à un état antérieur. Sur une planète où la marque de l'activité humaine est presque omniprésente, le concept de restauration doit nécessairement prendre en compte le bien-être humain et les changements en cours.

Dans l'article d'ouverture de cette édition, Sabogal, Besacier et McGuire explorent non seulement le concept mais aussi les approches disponibles à cet égard – qui varient de manière significative selon le lieu, l'échelle, la taille et l'objectif –, soulignant l'importance d'identifier les facteurs de la dégradation des forêts et des terres. Leur article est suivi d'un aperçu historique de la RPF, donné par Laestadius, Buckingham, Maginnis et Saint-Laurent. De toute évidence, la démarche a considérablement évolué, de ses origines dans la foresterie dans les années 90 à l'objectif ambitieux établi en 2011 par la table ronde ministérielle du Défi de Bonn, qui appelle à restaurer 150 millions d'hectares des terres déboisées et dégradées de la planète d'ici à 2020.

La RPF revient en outre à regarder le paysage comme un tout intégré, ce qui suppose de prendre en considération différentes utilisations des terres à la fois, leurs connexions et leurs interactions, ainsi qu'une mosaïque d'interventions qui, ensemble, sont susceptibles de rendre la restauration plus efficace que ne le ferait une approche axée sur une seule utilisation des terres. Dans cette optique, Janishevski, Santamaria, Gidda, Cooper et Brancalion explorent le rôle des aires protégées, soulignant que celles-ci ne doivent pas être vues isolément mais qu'elles doivent être entretenues et remises en état en même temps que d'autres parties du paysage, pour garantir la connectivité entre les zones et en particulier, en regard du changement climatique, assurer la conservation de la biodiversité. Les initiatives de restauration doivent de surcroît faire en sorte que soit choisi pour les sites de plantation un matériel de plantation approprié et diversifié sur le plan génétique. Dans le cas contraire, la restauration pourrait se solder par un échec, même si cela ne pourrait devenir apparent que longtemps après le début des activités ou bien à la lueur d'événements exceptionnels, comme le montrent Thomas, Jalonon, Loo et Bozzano.

Plusieurs articles se penchent sur les spécificités de différents biomes et régions. Berrahmouni, Parfondry, Regato et Sarre examinent les démarches de restauration des paysages forestiers dégradés en zone aride, illustrées par une étude de cas dans la région d'Ica, Pérou. Sacande, Berrahmouni et Hargreaves présentent les expériences africaines menées dans le cadre de

l'Initiative de la Grande muraille verte pour le Sahara et le Sahel, et la façon dont elles s'appuient sur l'engagement des communautés.

Appanah, Shono et Durst mettent également l'accent sur l'importance de la participation locale dans leur tableau des activités de restauration en Asie du Sud-Est, une région qui a connu aussi bien des succès éclatants que des échecs. La restauration de la zone du Baekdudaegan, une chaîne de montagnes qui s'étend le long de la péninsule coréenne, a elle aussi rencontré de nombreux écueils, comme le décrivent Cho et Chun, mais elle a cependant fait des avancées considérables et l'expérience pourrait servir de base à une collaboration régionale future.

Daoxiong, Wenfu, Zhilong et Dongjing se concentrent spécifiquement sur le reboisement et présentent des approches expérimentales menées en Chine pour transformer les plantations forestières et les terres dégradées nationales en forêts proches de la nature.

Le cas de l'Europe du Sud, une région qui a été soumise à une dégradation et à des facteurs de stress climatique significatifs, est examiné en détail par Coello, Cortina, Valedcantos et Varela, qui soulignent la nécessité de renforcer l'appui aux programmes de restauration si l'on veut avoir des chances de succès.

Le bambou pourrait constituer une solution intéressante dans certaines zones, comme le soutiennent Rebelo et Buckingham, qui explorent le potentiel qu'il représente pour relever les défis de la restauration, notamment au travers d'approches novatrices impliquant le secteur privé. Dans l'article final, Gutierrez et Keijzer considèrent de façon plus ample les options de financement de la RPF, se concentrant également sur les moyens de susciter l'engagement du secteur privé.

Pour pouvoir être une réussite à long terme, les initiatives de restauration des paysages forestiers devront impliquer efficacement un vaste éventail de parties prenantes, des responsables politiques aux communautés locales et des gouvernements aux acteurs privés. Ce numéro dresse la carte de certains des progrès accomplis et des défis qui nous attendent. ♦



©FAO/GIANLUIGI GUERCIJA

La restauration des paysages forestiers: concepts, approches et défis de mise en œuvre

C. Sabogal, C. Besacier et D. McGuire

Il apparaît urgent d'accélérer la remise en état des écosystèmes dégradés, au profit des hommes et de la nature – cela requiert une approche globale et intersectorielle.

César Sabogal est Forestier principal, chargé de la gestion durable des forêts à la FAO.
Christophe Besacier est Forestier au sein de l'équipe chargée du Mécanisme de restauration du paysage forestier, Département des forêts de la FAO.
Douglas McGuire est Forestier principal, responsable de la coordination de l'équipe chargée du Mécanisme de restauration du paysage forestier, Département des forêts de la FAO.

CONCEPTS

La dégradation des forêts et des terres constitue un sérieux problème dans le monde entier, en particulier dans les pays en développement. Environ un milliard de personnes, ce qui représente 15 pour cent de la population de la planète, vivent dans des zones dégradées, et on considère qu'un tiers de la population mondiale est affectée par la dégradation des terres¹.

¹ Selon le Système mondial d'information sur les sols du Centre international de référence et d'information pédologique (ISRIC, non daté), la dégradation des terres dans le monde, d'après les estimations, coûte annuellement 30 milliards d'euros et affecte plus d'un milliard de personnes, surtout dans les zones arides.

La *dégradation des terres* est en général définie comme un «déclin persistant» dans les biens et services fournis par un écosystème, notamment les biens et services biologiques liés à l'eau, et les biens et services sociaux et économiques liés à la terre (FAO/LADA, sans date). La *dégradation des forêts* fait référence à la réduction de la capacité de ces dernières à fournir des biens et services (FAO, 2011).

La dégradation continue des forêts et des terres est une entrave sérieuse à l'éradication de la pauvreté et de la faim et à l'inversion du phénomène de perte de

En haut: Village de plaine dans les environs de Hlotse, Lesotho, 2010



Agricultrice conduisant du bétail, village de Higo, Éthiopie, 2010

biodiversité dans de nombreuses parties du monde actuel, de même qu'elle restreint l'aptitude des agriculteurs et des communautés locales à s'adapter aux impacts du changement climatique. Le processus de dégradation accroît également la concurrence des acteurs pour l'accès aux maigres ressources, entraînant de possibles conflits entre utilisateurs. Ces conflits menacent à leur tour les moyens d'existence, le bien-être, l'alimentation, l'approvisionnement en eau, la sécurité énergétique et la résilience (définie comme la capacité des personnes à s'adapter au changement climatique) de millions de personnes. Enrayer la dégradation des forêts et des terres est par conséquent un impératif pour l'humanité.

La *restauration* est définie comme une activité intentionnelle qui vise à déclencher ou accélérer la reprise d'un écosystème se trouvant dans un état de dégradation

² L'«intégrité écologique» n'a pas de définition uniformément acceptée. Selon une interprétation (Steinhoff, 2013), un écosystème bénéficie d'une intégrité écologique s'il est intact, c'est-à-dire entièrement libre de toute influence humaine, ou bien s'il n'a été que de façon minime influencé par les hommes. Un écosystème jouissant d'une intégrité écologique pourrait servir de norme de référence pour évaluer la dégradation des écosystèmes naturels provoquée par les activités humaines.

(IPBES, non daté). Les efforts de restauration devraient être planifiés à l'échelle des paysages dans le but de rétablir l'intégrité écologique² et de favoriser le bien-être humain (Maginnis et Jackson, 2003).

Un *paysage* peut être considéré comme une mosaïque hétérogène rassemblant diverses utilisations des terres (agriculture, activités forestières, protection du sol, fourniture et distribution d'eau, conservation de la biodiversité, pâturages, etc.) au sein d'un vaste territoire ou d'un bassin versant. Une approche paysagère se propose de mieux comprendre et reconnaître les interactions entre divers types d'utilisations des terres et d'acteurs, et de les intégrer dans un processus d'aménagement conjoint (Global Landscapes Forum (GLF), 2014). Il est possible de mieux gérer les ressources naturelles en les envisageant dans une perspective plus vaste, prenant pleinement en compte les perceptions, besoins et intérêts de toutes les parties prenantes, notamment les communautés locales et les utilisateurs de terres individuels. Les approches paysagères sont de plus en plus considérées comme essentielles au développement de stratégies durables portant sur l'utilisation des terres et les moyens d'existence dans les zones rurales (FAO, 2012).

La *restauration des paysages forestiers (RPF)* est un concept émergent qui désigne une approche impliquant les parties prenantes de tous les secteurs d'utilisation des terres touchés, et mettant en pratique des processus décisionnels participatifs. Selon la définition existante la plus cohérente, proposée par le Partenariat mondial sur la restauration des paysages forestiers (GPFLR d'après son acronyme anglais, de *Global Partnership on Forest Landscape Restoration*), la RPF est «un processus actif qui rassemble les personnes pour identifier, négocier et mettre en œuvre des pratiques susceptibles de restaurer un équilibre optimal convenu des bénéfices écologiques, sociaux et économiques procurés par les forêts, au sein d'un cadre plus vaste d'utilisation des terres» (GPFLR, non daté). La restauration des paysages forestiers recherche un équilibre entre la remise en état des services écosystémiques, en termes d'habitats fauniques, biodiversité, régulation de l'eau, stockage du carbone et autres services, et l'appui aux fonctions productrices des terres, à des fins agricoles et pour d'autres usages (McGuire, 2014).



Des agriculteurs contrôlent l'érosion du sol au moyen d'activités de culture, Honduras

©FAO/GIUSEPPE BIZZARRI

PLANIFIER UNE INITIATIVE DE RESTAURATION

La mise en œuvre d'initiatives de restauration des paysages forestiers peut varier considérablement en termes d'échelle, de taille et de fins. La restauration peut servir une fonction ou un objectif paysager unique (par exemple, l'adaptation au changement climatique ou l'atténuation de ses effets), ou bien elle peut viser de *multiples objectifs combinés*. Ceux-ci peuvent notamment consister à enrayer la dégradation des terres et instaurer des pratiques durables de gestion et d'utilisation des terres, accroître la productivité des terres, améliorer les moyens d'existence des populations, contribuer à lutter contre la pauvreté (par exemple, en fournissant aux communautés locales un éventail de produits agricoles et forestiers), conserver la biodiversité et offrir d'autres services environnementaux (comme la protection des eaux et du sol), et créer des paysages capables de piéger de grandes quantités de carbone et résilients face aux adversités. L'objectif, la stratégie et le plan d'action

de la restauration du paysage doivent être personnalisés de façon à s'adapter aux conditions spécifiques du lieu, en particulier à ses caractéristiques biophysiques et aux acteurs en jeu, et doivent tenir compte des intérêts et décisions de ces derniers (Van Oosten, 2013).

L'examen (identification et analyse) des agents et *facteurs de la dégradation* constitue une étape essentielle avant de se lancer dans n'importe quel travail de restauration. La plupart des facteurs directs ou indirects de la dégradation des paysages forestiers sont des activités humaines ayant un impact négatif sur les terres, lequel se traduit par une perte de la biodiversité, des terres fertiles et des stocks de carbone. On estime que l'agriculture (surtout l'agriculture de type commercial) est le moteur principal de près de 80 pour cent de la déforestation³ mondiale. L'exploitation minière, les infrastructures et l'expansion

³ Conversion de la forêt à d'autres utilisations des terres ou réduction permanente du couvert forestier au-dessous du seuil minimal de 10 pour cent (FAO, 2011).

urbaine sont également d'importants facteurs de dégradation des terres forestières. Les résultats d'études sur les schémas globaux de la dégradation indiquent que l'extraction de bois (commerciale) et les activités de coupe comptent pour plus de 70 pour cent dans la dégradation forestière totale de l'Amérique latine et de l'Asie subtropicale. Le ramassage de bois de feu, la production de charbon de bois, l'agriculture de subsistance, les feux non contrôlés et le surpâturage sur les terres boisées sont aussi d'importantes causes de la dégradation des paysages forestiers dans de nombreux pays en développement, particulièrement en Afrique (Kissinger *et al.*, 2012).

Pour avoir une chance de réussir, les initiatives de restauration devront sans doute s'appuyer sur *une planification intégrée de l'utilisation des terres*, à savoir: i) une planification de l'aménagement du paysage et un processus décisionnel communautaire; (ii) une coopération intersectorielle efficace et une coordination entre agences gouvernementales aux niveaux national, infranational et local; (iii) un renforcement

de la capacité des institutions locales à mieux gérer les conflits sur l'utilisation et la propriété des terres; et (iv) une amélioration des politiques visant à une gestion intégrée des terres (par exemple en matière d'agroforesterie) (FAO, non daté).

L'approche de la restauration par mosaïques, qui envisage plusieurs types d'utilisation des terres au sein d'un vaste paysage, est vue aujourd'hui comme la démarche convenant le mieux à la remise en état de pratiquement trois quarts des paysages dégradés de la planète (GPFLR, 2011). Dans cette approche, l'échelle est suffisamment grande pour assurer un impact significatif, et il est possible de répondre à de multiples objectifs, à la fois pour renforcer la protection de l'écosystème et pour accroître la capacité productive du paysage.








Les zones privilégiées de la RPF sont les terres agricoles improductives ou

abandonnées, les aires déboisées converties en pâturages, les terres arbustives, les maquis ou les terrains incultes, et les forêts dégradées. Les forêts peuvent être restaurées et remises en état grâce à des mesures de protection (par exemple, protection contre les feux ou le surpâturage et contrôle de l'érosion), des mesures visant à accélérer la régénération naturelle (par exemple, par semis direct ou en établissant de jeunes plants dans des forêts primaires ou secondaires dégradées), des mesures appuyant la régénération naturelle assistée (par exemple, en maîtrisant les mauvaises herbes sur les terres dégradées et les sites agricoles marginaux), et grâce à la plantation d'essences arboricoles indigènes ou introduites dans des plantations monospécifiques ou mixtes, au sein d'exploitations agroforestières et en tant qu'arbres isolés. La figure 1 illustre les principales catégories d'options de RPF, en distinguant le mode d'utilisation des terres et le sous-type de terres.

DÉMARCHES DE RESTAURATION DES PAYSAGES FORESTIERS

Le concept de restauration des paysages forestiers s'appuie sur des approches intersectorielles et globales touchant de multiples domaines d'action, notamment les suivants: évaluation de la dégradation du paysage (en particulier identification des principaux agents et facteurs de dégradation) et des opportunités de restauration; environnement propice (politiques, réglementations et lois); cadre institutionnel; questions de gouvernance (par exemple, régime foncier, droit à l'utilisation des ressources naturelles, implication des communautés locales, etc.); technologies et approches; investissement du secteur privé; mobilisation des ressources; développement des capacités; vulgarisation, et diffusion des informations et besoins en matière de recherche (figure 2 et tableau 1). L'idée est de s'assurer que les différents domaines d'action sont reliés au fur et à mesure que le processus avance.

1
Cadre des options de RPF

Mode d'utilisation des terres	Sous-type de terres	Catégorie générale d'option de RPF	Description
Terres forestières Terres où les forêts sont, ou sont appelées à devenir, le mode dominant d'utilisation des terres ➔ Adaptées à la restauration à grande échelle	Si les terres ne comportent pas d'arbres, il existe deux options:	 1. Forêts plantées et parcelles boisées	Plantation d'arbres sur des terres précédemment boisées. Espèces indigènes ou introduites plantées à différentes fins – bois de feu, bois d'œuvre, construction, poteaux, production fruitière, etc.
		 2. Régénération naturelle	Régénération naturelle de terres précédemment boisées. Le site pourrait être très dégradé et ne plus être en mesure de remplir sa fonction passée – par exemple l'agriculture. Si le site est très dégradé et ne contient plus de semences indigènes, il pourrait être nécessaire d'effectuer quelques plantations.
	Si les terres consistent en forêts dégradées:	 3. Sylviculture	Renforcement des forêts et boisés existants et du matériel sur pied, notamment en réduisant les feux et le pacage et en faisant des coupes de dégagement et des plantations d'enrichissement, etc.
Terres agricoles Terres exploitées pour la production d'aliments ➔ Adaptées à la restauration par mosaïques	Si les terres sont gérées de façon permanente:	 4. Agroforesterie	Établissement et gestion d'arbres sur des terres agricoles actives, que ce soit au travers de plantations ou en favorisant la régénération naturelle, en vue d'améliorer la productivité des cultures, fournir du fourrage en saison sèche, accroître la fertilité du sol, faciliter la rétention de l'eau, etc.
	Si les terres sont gérées de façon intermittente:	 5. Jachère améliorée	Établissement et gestion d'arbres sur des terres agricoles en jachère pour améliorer leur productivité, par exemple au travers de la maîtrise des feux et de l'extension de la période de jachère, etc., dans l'intention de voir ces terres revenir au bout du compte à l'agriculture active.
Terres de protection et zones tampons Terres vulnérables aux événements catastrophiques, ou cruciales en matière de défense contre ces derniers ➔ Adaptées à la restauration des mangroves, à la protection des bassins versants et à la lutte contre l'érosion	S'il s'agit de mangroves dégradées:	 6. Restauration des mangroves	Établissement ou restauration de mangroves le long des zones côtières dans les estuaires.
	S'il s'agit de terres de protection et de zones tampons:	 7. Protection des bassins versants et lutte contre l'érosion	Établissement et restauration de forêts sur des terrains en pente très raide, le long de cours d'eau, dans des zones naturellement inondées et autour des masses d'eau critiques.

Source: GPFLR (non daté), adapté de UICN (2014).

TABLEAU 1. Domaines d'intervention clés et questions importantes à aborder dans la planification et la mise en œuvre de la restauration des paysages forestiers

Domaine d'intervention clé	Facteurs ou questions à prendre en compte
Évaluation de la dégradation des forêts et des opportunités de restauration	<ul style="list-style-type: none"> • Choisir les méthodologies les plus appropriées (MEOR¹, LADA², etc.). • Identifier les terres dégradées et les opportunités de restauration offrant les meilleures perspectives de réussite. • Identifier les principaux agents et facteurs de la dégradation au sein des paysages. • Évaluer les conditions écologiques, les dynamiques socioculturelles et d'autres facteurs déterminants. • Dresser un inventaire des interventions réussies. • Analyser et évaluer les coûts et avantages d'options de restauration choisies et effectuer une évaluation de risque de ces options à l'intention des investisseurs.
Environnement propice	<ul style="list-style-type: none"> • Analyser les politiques, lois et réglementations relatives à divers secteurs. Sont-elles adéquates? Sont-elles complémentaires/conflictuelles? • Appuyer la rédaction, la révision et/ou l'harmonisation des lois/politiques/programmes sectoriels, et identifier les supports, activités et projets spécifiques susceptibles de créer un environnement plus propice.
Cadre institutionnel	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier les secteurs d'utilisation des terres et les parties prenantes pertinents pour la RPF (foresterie, agriculture, élevage/parcours, énergie, exploitation minière, etc.). • Appuyer les processus en cours (stratégie nationale sur le changement climatique, stratégie nationale de développement rural, etc.). • Envisager tous les points d'entrée significatifs, la RPF pouvant constituer un instrument efficace pour générer et partager toute une série d'avantages (biodiversité, sécurité alimentaire, adaptation au changement climatique et atténuation de ses effets, moyens d'existence, lutte contre la pauvreté, etc.). • Identifier/soutenir les mécanismes/plate-formes existants qui permettent aux différents secteurs/acteurs de s'engager dans le dialogue. • Identifier et influencer les partenariats existants.
Questions de gouvernance	<ul style="list-style-type: none"> • Évaluer les questions foncières et œuvrer à sécuriser le régime foncier, surtout pour les parties prenantes locales, cela étant une condition clé pour permettre les investissements dans la RPF. • Identifier les obstacles à la participation des populations. • Analyser les processus décisionnels. • Faciliter l'engagement de tous les groupes d'acteurs significatifs.
Technologies et approches	<ul style="list-style-type: none"> • Faire l'inventaire des technologies et approches existantes en matière d'utilisation durable des terres (reboisement, régénération naturelle assistée, agroforesterie, agriculture intelligente face au climat, agroécologie, etc.). • S'appuyer sur les expériences réussies et les approches déjà mises en œuvre. • Mettre en place un portefeuille de techniques de restauration rentables et écologiquement solides. • Identifier les lacunes en matière de connaissances.
Développement des capacités et vulgarisation	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier les besoins en développement des capacités au niveau des individus et des organisations et proposer des stratégies pertinentes pour répondre à ces besoins. • Concevoir des programmes de développement des capacités pour permettre aux parties prenantes concernées de planifier, mettre en œuvre et évaluer les efforts de RPF. • Développer des réseaux/plate-formes de connaissances (nationales/régionales) entre praticiens et services de vulgarisation en vue de diffuser des bonnes pratiques. • Appuyer l'établissement et le renforcement constant de réseaux de praticiens et services de vulgarisation.
Mobilisation des ressources	<ul style="list-style-type: none"> • Estimer les ressources déjà disponibles au travers de programmes/projets nationaux/infranationaux existants. • Élaborer des plans d'action nationaux ou des stratégies nationales, de façon à inspirer confiance aux donateurs en termes d'engagement des pays à s'impliquer dans la RPF. • Intégrer la RPF dans les budget d'État et les fonds d'investissement publics. • Développer des systèmes de suivi portant sur les dépenses et les mécanismes relatifs à la RPF, en vue de recueillir des données sur les coûts et avantages de celle-ci. • Élaborer une approche coordonnée pour informer/sensibiliser les donateurs potentiels (multilatéraux, bilatéraux, fondations, etc.) et appuyer le développement de nouvelles propositions de projet. • Mobiliser des sources de financement innovantes au travers de mécanismes comme les instruments de financement climatique et/ou le paiement des services environnementaux, et mettre au point des paquets de mesures incitatives tenant compte à la fois des avantages économiques et non économiques. • Concevoir, adapter et mettre en œuvre des mécanismes de financement nationaux et locaux de la RPF, en particulier en favorisant le développement d'instruments financiers au niveau local (<i>par exemple, fonds de développement locaux, instruments de microfinance, lignes de crédit auprès de banques privées locales</i>) qui encouragent les parties prenantes locales à promouvoir des investissements durables dans la RPF. • Utiliser des instruments de financement pour mettre en place des systèmes d'incitations gouvernementales (comme le paiement des services environnementaux) et coupler ces incitations à des investissements dans des filières durables, de façon à assurer une stratégie de financement autonome à long terme.
Investissement du secteur privé	<ul style="list-style-type: none"> • Accroître la collaboration avec le secteur privé, surtout au travers des nouveaux fonds d'impact privés et d'autres initiatives de financement innovantes, appelés à devenir des partenaires clés en matière d'investissement dans la RPF (figure 3). • Comprendre la portée de l'implication du secteur privé dans les actions de RPF déjà en cours dans le pays et élaborer un cadre juridique et réglementaire permettant aux paysages d'être «prêts pour les investissements» et d'attirer les investisseurs dans la RPF. • Faciliter le dialogue entre le secteur privé et les autres parties prenantes en vue de diminuer les coûts de transaction pour les investissements privés. • Développer un portefeuille de projets de restauration bancables et sensibiliser le secteur privé aux opportunités constituées par la RPF dans des chaînes de valeur clés (marché). • Créer les conditions propices à des partenariats public-privé et promouvoir des mécanismes d'atténuation des risques pour favoriser les investissements à grande échelle dans la RPF.
Diffusion des informations et besoins en matière de recherche	<ul style="list-style-type: none"> • Faciliter un accès régulier aux informations importantes, en faisant en sorte que les connaissances et les expériences pratiques ciblent des publics variés. • Identifier les lacunes de connaissances (biophysiques, socioéconomiques...) qui pourraient être mieux comblées par les institutions de recherche. Mettre l'accent sur les recherches orientées vers des solutions innovantes à l'attention des parties prenantes locales. • Élaborer des indicateurs solides adaptés au contexte local/national et développer des systèmes de suivi consistants en vue d'améliorer l'efficacité des efforts de RPF.

¹ MEOR: Méthodologie d'évaluation des opportunités de restauration (sigle anglais courant: ROAM, de *Restoration Opportunities Assessment Methodology*) (UICN).

² LADA: Land Degradation Assessment in Drylands – Évaluation de la dégradation des terres dans les zones arides (FAO).



Source: Les auteurs.

CONCLUSIONS

Les articles de cette édition d'*Unasylva* présentent un certain nombre de considérations importantes pour la mise en œuvre de la RPF dans diverses catégories de paysages dégradés, illustrant la complexité des questions de restauration des paysages forestiers.

Quelques conclusions générales pouvant être tirées des multiples expériences sont décrites ci-dessous :

- *Les causes majeures de la dégradation des terres forestières varient selon les régions et les contextes particuliers.* Il est crucial de prendre en compte les tendances passées et les conditions biophysiques prévues pour l'avenir – en particulier en ce qui concerne les effets escomptés du changement climatique sur la température, la disponibilité d'eau et le potentiel de rendement – de même que les projections en matière de pression humaine, si l'on veut garantir la durabilité à long terme de tout projet de RPF. Cela comporte d'évaluer la vulnérabilité des

terres et des systèmes aux effets des changements climatiques, environnementaux et socioéconomiques, de façon à comprendre et intégrer les risques potentiels des investissements dans la RPF.

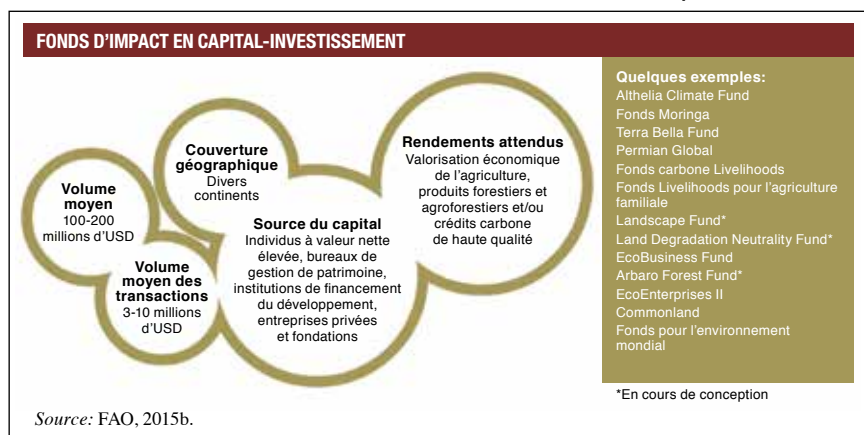
- *Équilibrer l'approvisionnement en biens et services publics et les bénéfices privés est une clé essentielle pour garantir la durabilité à long terme de la restauration des paysages.* De mauvais accords

2 Domaines clés d'intervention en matière de restauration des paysages forestiers

commerciaux et financiers sont susceptibles d'empêcher d'importants placements dans la restauration des arbres et des terres, tandis que des instruments financiers innovants, apportant des retombées précoces, peuvent constituer des moteurs d'investissement dans la RPF. Des analyses ex post et ex ante des coûts et avantages des investissements dans la RPF et des mécanismes d'atténuation des risques sont nécessaires pour intéresser les investisseurs à grande échelle, notamment les investisseurs privés et les fonds d'impact.

- *Le succès d'initiatives de restauration précédentes demeure mal documenté et peu connu du public.* Cette occasion manquée de pouvoir apprendre et tirer parti d'expériences passées, en vue d'accroître les chances de réussite de projets de restauration futurs et utiliser plus efficacement les ressources, est mise en lumière par plusieurs auteurs dans ce numéro d'*Unasylva*. Tenant compte de cela, les initiatives de RPF devraient partir des questions suivantes: «Que voulons-nous restaurer?», «Quelles sont les techniques de restauration disponibles?» et «Comment faut-il adapter les politiques pour faciliter les efforts de restauration aux

3 Fonds d'impact en capital-investissement



niveaux national, infranational et local?».

- *Toutes les parties prenantes ne partagent pas les mêmes points de vue quant aux sites privilégiés ou aux résultats escomptés des initiatives de restauration.* Il existe de nombreux exemples de projets ayant échoué parce que les communautés locales n'avaient pas été convenablement impliquées dans leur planification, leur conception et leur mise en œuvre. Une meilleure compréhension des aspects socioéconomiques est indispensable, pour évaluer si les objectifs d'un projet de restauration correspondent bien aux motivations, attentes, pressions et besoins des acteurs concernés. Les questions politiques, institutionnelles et sociales

sont souvent plus déterminantes que les aspects techniques. Des volets politiques cruciaux, notamment liés au régime foncier et à l'équité, sont souvent restrictifs et défavorables aux communautés, et les mesures susceptibles d'inciter ces dernières à entreprendre des actions de RPF font cruellement défaut. Les investissements dans la RPF exigent une bonne gouvernance, de même qu'un environnement politique fiable et propice, une régulation responsable et des mécanismes solides de résolution de conflits entre parties prenantes.

- *Les praticiens de la restauration du monde entier prêtent souvent une attention insuffisante à la sélection d'un matériel de plantation approprié.* L'utilisation d'un

matériel de plantation inadéquat pourrait même devenir de plus en plus courante du fait de l'expérience limitée des multiples nouveaux acteurs qui émergent pour répondre aux immenses perspectives de restauration partout dans le monde. La régénération naturelle et/ou la régénération naturelle assistée, qui sont des mesures de restauration simples et efficaces requérant peu d'investissement, ne sont pas assez encouragées et, lorsqu'il est nécessaire de procéder à des plantations, le choix du matériel génétique et l'utilisation d'espèces indigènes (arbres, arbustes et herbes) devraient viser à maximiser la diversité génétique tout en renforçant la résilience et en favorisant des moyens d'existence durables.

- Malgré la reconnaissance internationale croissante de l'importance de la restauration écologique, *la conception même des programmes de RPF à grande échelle ne fait que commencer*, ce qui limite notre compréhension des besoins réels et des facteurs de succès clés de telles initiatives, dans le but de contribuer à la conservation de la biodiversité dans les zones protégées.
- Tous les acteurs (publics ou privés) investissant dans la RPF attendent une retombée (financière, sociale ou environnementale) de leur investissement. Les avantages écosystémiques et sociaux potentiels, comme le stockage du carbone, la conservation de la biodiversité et l'amélioration des moyens d'existence et du bien-être des agriculteurs et propriétaires de terres, sont sous-estimés ou mal pris en compte dans l'évaluation des coûts d'opportunité. La sous-estimation des bénéfices de la restauration qui en résulte fait apparaître les risques de placement plus importants, ce qui peut décourager les investisseurs (figure 4). Des analyses des coûts et avantages ainsi

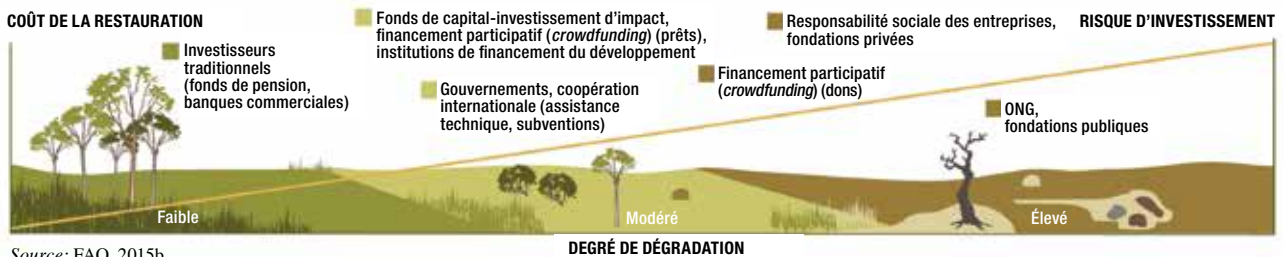


Ci-dessus: Village, région de Betroka, sud de Madagascar, 2011

Ci-dessous: Des champs cultivés, région de Betroka, sud de Madagascar, 2011

Risques et obstacles en matière d'investissement dans la RPF

Plus le paysage est dégradé, plus le coût de la restauration et le risque d'investissement sont élevés. Différents types d'investisseurs sont susceptibles d'accepter différents degrés de risque.



4

Risques et obstacles liés à l'investissement dans la RPF

qu'une meilleure commercialisation sont nécessaires pour *montrer que les investissements dans la RPF devraient dans certains cas être considérés comme des «investissements d'impact»⁴, en particulier en ce qui concerne les paysages les plus dégradés, où les bénéfices économiques directs pourraient ne pas être suffisamment attractifs pour les investisseurs privés.* ◆



Références

- FAO.** 1995. Planning for sustainable use of land resources. Towards a new approach. *FAO Land and Water Bulletin*, 2. Rome.
- FAO.** 2011. *Assessing Forest Degradation. Towards the development of globally applicable guidelines*. Forest Resources Assessment Working Paper n° 177. Rome.
- FAO.** 2012. *Mainstreaming climate-smart agriculture into a broader landscape approach*. Document de travail pour la deuxième Conférence mondiale sur l'agriculture, la sécurité alimentaire et les changements climatiques. Hanoï, Viet Nam, 3-7 septembre 2012.
- FAO.** 2015a. *Global guidelines for the restoration of degraded forests and landscapes in drylands: building resilience and benefiting livelihoods*. Forestry Paper n° 174. Rome.
- FAO.** 2015b. *Sustainable financing for forest and landscape restoration*. Rome, FAO, et Mécanisme mondial de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification.
- FAO.** Non daté. Site Internet Ressources en terres (disponible sur <http://www.fao.org/nr/land/gestion-durable-des-terres/approche-integree-de-la-gdt/fr/>).
- FAO/LADA.** Non daté. Site Internet Land Degradation Assessment in Drylands (LADA) – Évaluation de la dégradation des terres dans les zones arides (disponible sur http://www.fao.org/nr/lada/index.php?option=com_content&view=frontpage&Itemid=75&lang=fr).
- GIIN.** 2013. Site Internet Global Impact Investing Network (disponible sur <http://www.thegiin.org/about>). Accès 15 novembre 2015.
- GLF.** 2014. Site Internet Global Landscapes Forum (GLF) – Forum mondial sur les paysages (disponible sur <http://www.landscapes.org/glf-2014/about/>).
- GPFLR.** Non daté. Site Internet Global Partnership on Forest Landscape Restoration (GPFLR) – Partenariat mondial sur la restauration des paysages forestiers (disponible sur <http://www.forestlandscaperestoration.org/>).
- GPFLR, Institut des ressources mondiales (WRI), Université de l'État du Dakota du Sud et Union internationale pour la conservation de la nature (UICN).** 2011. *The Bonn challenge: A world of opportunity* [brochure]. Bonn, Allemagne.
- IPBES.** Non daté. Site Internet Intergovernmental Platform on Biodiversity & Ecosystem Services (IPBES) – Science and Policy Services (IPBES) – Science and Policy (disponible sur <http://www.ipbes.net/>).
- ISRIC.** Non daté. Site Internet World Soil Information (ISRIC) – Centre international de référence et d'information pédologique (disponible sur <http://www.isric.org/global-issues>).
- Kissinger, G., Herold, M. et De Sy, V.** 2012. *Drivers of deforestation and forest degradation. A synthesis report for REDD+ policymakers*. Vancouver, Canada, Lexeme Consulting.
- Maginnis, S. et Jackson, W.** 2003. *The role of planted forests in forest landscape restoration*. Réunion intersessions du FNUF – réunion d'experts sur le rôle des forêts plantées dans la gestion durable des forêts, 25-27 mars 2003, Nouvelle-Zélande.
- McGuire, D.** 2014. FAO's Forest and Landscape Restoration Mechanism. In J. Chavez-Tafur et J. Roderick Zagt, eds. *Towards productive Landscapes*. Wageningen, Pays-Bas, Tropenbos International.
- Steinhoff, G.** 2013. Ecological integrity in protected areas: two interpretations. *Seattle Journal of Environmental Law*, 3: 155.
- UICN.** 2014. *Assessing forest landscape restoration opportunities at the national level: A guide to the Restoration Opportunities Assessment Methodology (ROAM). Working Paper (Road-test edition)*. Gland, Suisse, Union internationale pour la conservation de la nature. (Version préliminaire en français, *Guide de la Méthodologie d'Évaluation des Opportunités de Restauration des paysages forestiers (MEOR)*, disponible sur http://cmsdata.iucn.org/downloads/guide_de_la_methodologie_d_evaluation_des_possibilites_de_restauracion.pdf).
- Van Oosten, C.** 2013. Forest landscape restoration: Who decides? A governance approach to forest landscape restoration. *Natureza&Conservação*, 11(2): 119-126. ◆

⁴ Les investissements d'impact sont des montants placés dans des sociétés, des organismes et des fonds dans le but de produire un impact social ou environnemental mesurable parallèlement à leur rendement financier (GIIN, 2013).

Avant et après le Défi de Bonn: historique et perspectives de la restauration des paysages forestiers

L. Laestadius, K. Buckingham, S. Maginnis et C. Saint-Laurent

Parcourant l'histoire de la démarche de restauration forestière de ses origines, à la fin des années 90, jusqu'à l'étape cruciale de la table ronde ministérielle de 2011 ayant lancé le Défi de Bonn, une vue d'ensemble met en évidence la nécessité de traduire les engagements politiques en actions sur le terrain.

Lars Laestadius est Chercheur associé principal à l'Institut des ressources mondiales.
Kathleen Buckingham est Chercheuse associée à l'Institut des ressources mondiales.
Stewart Maginnis est Directeur du Programme mondial sur les forêts et le changement climatique de l'Union internationale pour la conservation de la nature.
Carole Saint-Laurent est Directrice adjointe du Programme mondial sur les forêts et le changement climatique de l'Union internationale pour la conservation de la nature.

À la fin des années 90, les questions fondamentales qui dominaient l'agenda forestier international et façonnaient les actions et politiques nationales étaient la protection des forêts et la gestion durable des forêts en exploitation (UICN et WWF, 2002). Le reboisement et la plantation d'arbres tendaient à être considérés principalement en termes de plantations industrielles ou de parcelles boisées communautaires, les premières étant par ailleurs souvent controversées (Cossalter et Pye-Smith, 2003). Les premiers défenseurs de l'«approche paysagère» ont en revanche mis l'accent sur l'importance d'aborder la gestion territoriale comme quelque chose de plus vaste et plus global qu'un simple ensemble d'interventions techniques au niveau des sites, et ont souligné en particulier les opportunités que cela pouvait représenter, une telle démarche favorisant l'équilibre du système de compensations et permettant d'offrir simultanément de multiples

avantages à l'échelle du paysage (Maginnis *et al.*, 2004). Au cœur de cette réflexion, se trouvait non seulement l'exigence de sauvegarder les biens et services forestiers existant au sein de ce qui a été qualifié de «paysages intacts», mais aussi celle de restaurer là où ils faisaient défaut.

L'expression «restauration des paysages forestiers» a été forgée en 2000 lors d'une réunion sur la foresterie tenue à Ségovie, Espagne (IIDD, 2002; UICN et WWF, 2000), qui l'a définie comme «un processus planifié visant à récupérer une intégrité écologique et à accroître le bien-être humain dans les paysages forestiers déboisés ou dégradés» (IIDD, 2002). La condition selon laquelle le processus est censé être planifié a depuis été laissée de côté et certains acteurs (notamment la FAO) ont commencé à utiliser la formulation «restauration des paysages forestiers» sans changer la définition.

Paysage d'Éthiopie



L'inclusion du mot «paysage» a constitué une étape importante dans l'élargissement du concept de «restauration forestière», dans la mesure où cela supposait le rétablissement de multiples biens et services liés aux forêts et aux arbres (Sayer *et al.*, 2003). La restauration des paysages forestiers a par conséquent reconnu un ensemble d'options paysagères touchant à la foresterie et à l'agriculture (Laestadius *et al.*, 2011), ainsi qu'aux arbres à l'extérieur et à l'intérieur des forêts (FAO, 2000). Elle a été envisagée dès le départ comme un cadre susceptible d'être appliqué à un vaste éventail d'utilisations des terres. L'accent mis sur l'exigence de restaurer les services écosystémiques pour répondre aux besoins de la société signifiait, d'une part, que les options futures restaient ouvertes, en vue d'affronter efficacement les incertitudes liées au changement climatique, économique et social, et, d'autre part, que la restauration des paysages forestiers n'était explicitement pas un appel à revenir à une vision passée et à des modalités anciennes d'utilisation des terres (Laestadius *et al.*, 2011).

La rencontre de Ségovie a constitué une étape décisive et a été la première de nombreuses autres consacrées au développement de la démarche de restauration des paysages forestiers. Elle a ainsi été suivie d'un atelier tenu à Heredia, Costa Rica, en mars 2002 (UICN, 2002), organisé par l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) avec le soutien de l'Organisation internationale des bois tropicaux (OIBT) (entre autres), qui a permis de mettre en lumière que la restauration des paysages forestiers n'était pas simplement une idée intéressante mais une notion substantielle (Maginnis et Jackson, 2002). Toutefois, les enjeux et la portée des décisions à l'échelle du paysage sont tels que de nouveaux partenaires et de nouvelles approches sont nécessaires pour qu'une mise en œuvre soit possible (IIDD, 2002).

Avant la réunion de Ségovie, l'UICN et le Fonds mondial pour la nature (WWF) avaient promu une approche paysagère de la restauration forestière dans leurs objectifs stratégiques communs au niveau international, et cet agenda avait régulièrement été repris à l'échelle régionale (Lamb et Gilmour, 2003). Une attention particulière a été accordée au fait de

documenter des expériences de terrain ayant testé des aspects de la démarche de restauration forestière (Mansourian *et al.*, 2005). Stimulée par les préparatifs du dixième anniversaire du Sommet de la planète Terre, l'UICN a commencé à promouvoir en 2001 l'idée de mettre en place un partenariat mondial sur la restauration des paysages forestiers, enregistré ensuite lors du Sommet mondial pour le développement durable (SMDD) de 2002 précisément sous le nom de Partenariat mondial sur la restauration des paysages forestiers (GPFLR d'après son acronyme anglais, de *Global Partnership on Forest Landscape Restoration*).

Les premiers développements de l'approche paysagère ne sont pas spécifiques au secteur forestier. L'utilisation généralisée d'outils pour l'aménagement du paysage (systèmes d'information géographique) dans les pays en développement au cours des années 90 a permis d'introduire une perspective paysagère plus vaste dans les processus de planification sectoriels. Le début de la réflexion sur la restauration du paysage forestier a été considérablement influencé par l'expérience du Costa Rica (Janzen, 2000), qui a montré l'importance de la régénération des forêts secondaires, et de la République-Unie de Tanzanie (Wenger *et al.*, 2005), qui a illustré les avantages de la restauration à grande échelle. Néanmoins, les organisations internationales ont continué à se concentrer principalement sur les plantations et le reboisement (Cossalter et Pye-Smith, 2003). À la lumière de ces éléments, l'UICN a produit une série de documents de travail sur les plantations (Maginnis et Jackson, 2002), recommandant que la Banque mondiale intègre une «approche paysagère» dans son «examen de la politique forestière» et envisage d'investir dans des projets de restauration forestière sur la base d'une évaluation économique exhaustive (Maginnis *et al.*, 2004). Parallèlement, l'UICN, le WWF, le Centre pour la recherche forestière internationale (CIFOR) et l'OIBT ont mené des recherches sur les forêts secondaires et les forêts dégradées (OIBT, 2002).

Afin d'harmoniser les diverses activités de restauration, le concept de partenariat a été approfondi au cours d'une réunion consultative organisée par la Commission des forêts britannique, l'UICN et le

WWF à Édimbourg, Royaume-Uni, en septembre 2002. Le Partenariat mondial sur la restauration des paysages forestiers a été enregistré en tant qu'initiative relevant du SMDD, puis a été lancé lors d'une session du Comité des forêts de la FAO en mars 2003 (IIDD, 2005). Le Partenariat a pour objectif d'appuyer et influencer les politiques à l'échelle mondiale et d'encourager les actions nationales (Van Oosten, 2009). À cet effet, il a lancé son premier atelier international, organisé par les Gouvernements du Brésil et du Royaume-Uni et consacré à la mise en œuvre de la restauration des paysages forestiers, à Petrópolis, Brésil, en avril 2005 (IIDD, 2005). L'Atelier de Petrópolis a abouti à ce qui a été appelé le «Défi de Petrópolis», à savoir un appel mondial à restaurer les paysages forestiers, au profit des populations et de la nature, et à contribuer à renverser la tendance à la perte et à la dégradation des forêts (IIDD, 2005). Certains des éléments essentiels pour relever ce défi consistaient à développer le Partenariat mondial sur la restauration des paysages forestiers et à constituer un réseau d'apprentissage autour de la restauration (Saint-Laurent, 2015). Le Défi appelait également à ce que la restauration des paysages forestiers soit reliée aux processus de développement à l'échelle nationale. L'atelier était une initiative du Forum des Nations Unies sur les forêts (FNUF) menée par l'Organisation et par les pays. Les Gouvernements du Brésil et du Royaume-Uni ont présenté les résultats de l'atelier à la cinquième session du FNUF en mai 2005, où ils ont servi de base au dialogue ministériel sur la restauration des forêts du monde tenu durant la session, le premier événement au niveau ministériel à aborder la question (FNUF, 2005). S'appuyant sur les conclusions de l'Atelier de Petrópolis, les membres du Partenariat mondial sur la restauration des paysages forestiers ont aussi pu contribuer aux délibérations relatives aux forêts de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (CCD), de la Convention sur la diversité biologique (CDB), de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), du Processus de Téhéran sur les pays en développement à faible couvert forestier, et d'autres processus politiques significatifs au niveau international et régional, notamment les objectifs du

Millénaire pour le développement (OMD) et les suites du Sommet mondial pour le développement durable (Saint-Laurent, 2005).

COMPRENDRE L'ÉTENDUE DES OPPORTUNITÉS DE RESTAURATION

Si la question de la restauration des paysages forestiers recueillait de plus en plus la faveur des diverses parties prenantes, des lacunes demeuraient dans la compréhension de son champ d'application potentiel. En novembre 2009, une table ronde de haut niveau sur la restauration des paysages forestiers a été organisée à Londres par le Gouvernement du Royaume-Uni et l'UICN, laquelle a rassemblé des ministres et d'autres hauts représentants issus de

gouvernements, du secteur privé, d'organisations de populations autochtones et de la société civile; la table ronde a lancé le «Défi de Londres», qui s'est centré sur les thématiques du changement climatique et des populations et a esquissé un plan de travail pour le Partenariat mondial sur la restauration des paysages forestiers (Saint-Laurent, 2015). Pour préparer cet événement, ce dernier a demandé à l'Institut des ressources mondiales (WRI), à l'UICN et à l'Université de l'État du Dakota du Sud d'estimer les opportunités de restauration au niveau mondial. Les résultats préliminaires d'une comparaison entre l'étendue actuelle et potentielle des forêts a suggéré que plus d'un milliard d'hectares de paysages forestiers déboisés

et dégradés offraient des possibilités de remise en état (Röttgen et Khosla, 2011). L'objectif de 150 millions d'hectares inscrit dans le Défi de Bonn représente 15 pour cent de cette estimation, cohérente avec l'objectif d'Aichi numéro 15 de la Convention sur la diversité biologique, qui appelle à restaurer 15 pour cent des écosystèmes dégradés (CDB, 2010).

En septembre 2011, à l'invitation du Gouvernement allemand et de l'UICN, les représentants des organisations et des pays impliqués dans le Partenariat mondial sur la restauration des paysages forestiers se sont rassemblés avec des dirigeants internationaux à Bonn pour manifester leur soutien à la restauration des paysages forestiers et s'engager pour la première fois à un objectif planétaire ambitieux (Partenariat mondial sur la restauration des paysages forestiers, 2013). Lors de cet événement, le Partenariat a lancé la carte des opportunités de restauration, qui s'appuie sur une analyse approfondie des possibilités de restauration mondiales menée par le WRI, l'UICN et l'Université de l'État du Dakota du Sud, avec des contributions de la part d'autres partenaires tels que la Banque mondiale (Programme sur les forêts – PROFOR) et la Commission des forêts britannique. L'analyse approfondie a estimé que les opportunités de restauration mondiales s'élèvent à plus de deux milliards d'hectares (Laestadius *et al.*, 2011).

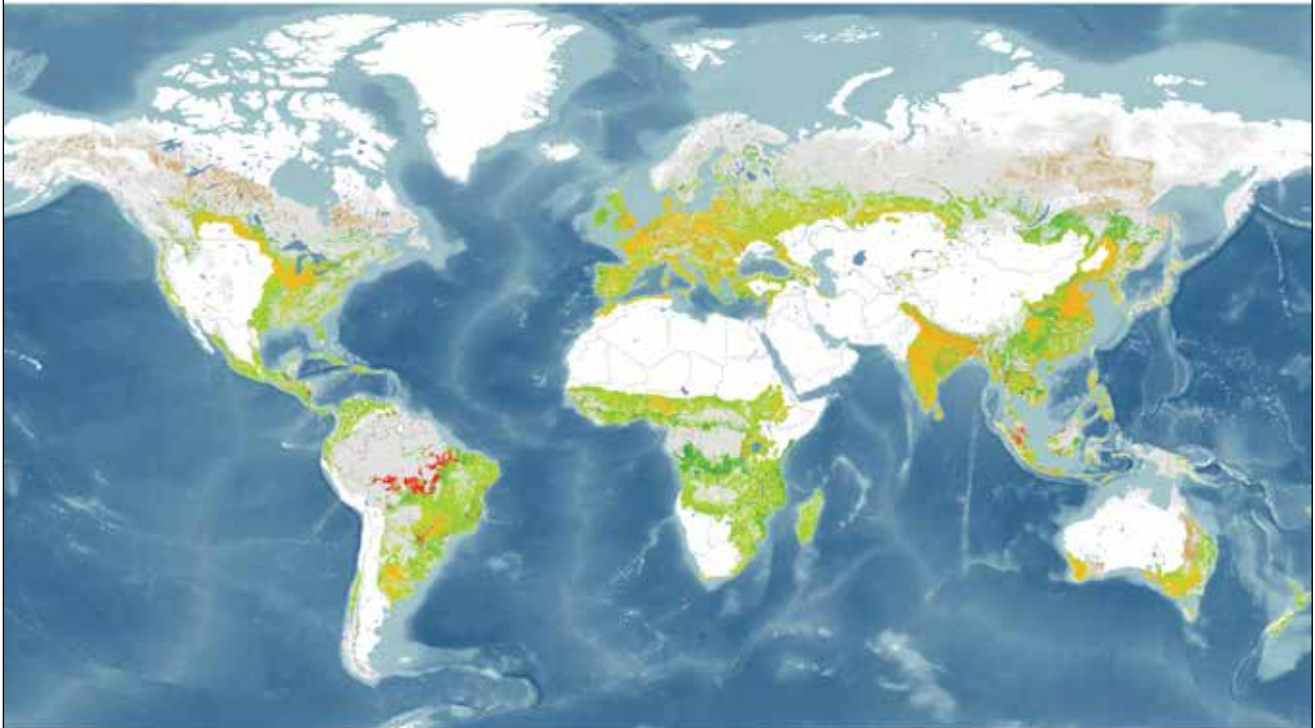
Cette carte actualisée a eu un effet considérable sur le mouvement émergent en faveur de la démarche de restauration car elle a permis de visualiser et quantifier les opportunités mondiales de restauration, montrant que ces dernières pouvaient se trouver dans la plupart des pays. Elle a aussi mis en lumière les endroits où ces opportunités étaient les plus importantes – à savoir les zones tropicales et tempérées, qui comprennent plus de 1,5 milliard d'hectares particulièrement adaptés à la restauration par mosaïques, avec des forêts en interface directe avec d'autres utilisations des terres non forestières, et un demi milliard d'hectares convenant bien à une restauration forestière à grande échelle plus conventionnelle (figure 1) (Laestadius *et al.*, 2011). En chiffrant l'étendue des



Paysage avant et après une intervention de restauration, États-Unis d'Amérique



Un monde d'opportunités de restauration des paysages forestiers



OPPORTUNITÉS DE RESTAURATION DES PAYSAGES FORESTIERS

- Restauration à grande échelle
- Restauration par mosaïques
- Restauration de zones reculées

AUTRES ZONES

- Terres agricoles
- Déboisement tropical récent
- Zones urbaines
- Forêt ne nécessitant pas d'être restaurée



Source: Minnemeyer *et al.*, 2011.

opportunités de restauration mondiales, la carte a contribué à la formulation du Défi de Bonn, c'est-à-dire à l'établissement d'un objectif quantitatif pour la restauration des paysages forestiers.

Aspirant à ce que 150 millions d'hectares de terres soient en cours de restauration d'ici 2020, le Défi de Bonn constitue un instrument de mise en œuvre pour des engagements internationaux existants (Saint-Laurent, 2015). Il a été conçu pour déclencher une action rapide en matière de réduction des émissions causées par le déboisement et la dégradation des forêts (REDD+) dans le cadre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) (ralentir, arrêter et inverser le phénomène de perte de couvert forestier et de carbone), de même que pour agir en direction du quinzième objectif d'Aichi sur la biodiversité de la CDB (restaurer au moins

1

La carte montre les zones qui sont susceptibles d'offrir des opportunités pour différents types de restauration des paysages forestiers et qui appellent à une analyse plus détaillée à l'échelon national. La restauration à grande échelle vise à rétablir des forêts denses au sein des paysages. Ce type de restauration semble plus faisable sur des terres déboisées ou dégradées faiblement peuplées (moins de 10 habitants par km²), autrefois dominées par de telles forêts. La restauration par mosaïques intègre les arbres (parsemés sur le territoire ou sous forme de parcelles) dans des paysages soumis à des utilisations multiples et où l'agriculture et les établissements humains prévalent, ou bien sur les terrains arides où la végétation arboricole est rare. C'est là de loin l'opportunité la plus courante.

Dans ces régions, les arbres peuvent venir en aide aux populations en améliorant la qualité de l'eau, en accroissant la fertilité du sol et en favorisant d'autres services écosystémiques. Ce type de restauration semblerait être plus faisable sur des terres déboisées ou dégradées moyennement peuplées (entre 10 et 100 habitants par km²). Enfin, la restauration de zones reculées s'applique aux zones déboisées ou dégradées non habitées et éloignées des établissements humains, comme le nord du Canada et la Sibérie. Le rétrécissement des forêts dans ces zones est en général davantage dû aux incendies et aux ravageurs qu'aux interventions anthropiques, et leur isolement fait qu'il s'agit d'une opportunité de restauration plus coûteuse et moins prioritaire (Reyter, 2014).

15 pour cent des écosystèmes dégradés de la planète d'ici 2020). Le Sommet de Rio+20 de 2012 a établi l'objectif d'une dégradation des terres nulle, en appui à la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification, à laquelle le Défi de Bonn contribue également. Les premiers engagements à relever le Défi de Bonn ont été annoncés lors du Sommet de Rio+20 et de la Conférence des parties (COP) de la CCNUCC de Doha en 2012, totalisant quelque 20 millions d'hectares. Le tableau 1 illustre les engagements pris à cet égard.

En indiquant globalement là où les opportunités de restauration étaient le plus probables, la carte a aussi incité à mener des recherches plus détaillées (Maginnis *et al.*, 2014). Si elle a constitué un levier efficace pour obtenir un appui politique, elle ne peut pas (et ne doit pas) être utilisée comme un outil de planification opérationnel à l'échelle nationale (Laestadius *et al.*, 2011). En d'autres termes, cette carte appelle à mener d'autres analyses plus affinées à un niveau «plus proche du terrain», ce qui a conduit au développement de la Méthodologie d'évaluation des opportunités de restauration (MEOR) (sigle anglais

courant: ROAM, de *Restoration Opportunities Assessment Methodology*) (voir l'encadré 1).

Illustrant la nouvelle dynamique créée autour de l'objectif du Défi de Bonn, le Sommet sur le climat des Nations Unies de septembre 2014 a inclus ce dernier dans la Déclaration de New York sur les forêts, l'élargissant même à un minimum de 200 millions d'hectares supplémentaires d'ici 2030 – avec l'approbation de plus de 100 gouvernements, organisations de la société civile et de populations autochtones, et entreprises privées (Nations Unies, 2014). Le Sommet sur le climat a vu l'annonce d'une contribution de 30 millions d'hectares supplémentaires au Défi de Bonn, amenant ainsi le total à plus de 50 millions d'hectares. En décembre 2014, la Conférence des parties (COP) de la CCNUCC a vu le lancement formel de l'Initiative 20x20 – un effort national visant à restaurer 20 millions d'hectares de terres en Amérique latine et dans les Caraïbes d'ici 2020. L'Initiative 20x20 se propose de changer le processus de dégradation des terres dans la région grâce à un nouvel investissement privé de 365 millions de dollars des États-Unis, destiné à restaurer les terres. Sept pays d'Amérique latine et des Caraïbes et deux programmes régionaux se sont déjà engagés à entamer la restauration de plus de 20 millions d'hectares de terres dégradées d'ici 2020. Il s'agit d'une superficie plus vaste que l'Uruguay (WRI, 2014). Sur ces 20 millions d'hectares, 10,1 ont été considérés comme des contributions au Défi de Bonn, ce qui amène le total à 61,5 millions d'hectares et situe la mi-course à la portée des engagements. D'autres manifestations d'intérêt ont également été reçues; le Réseau international sur le bambou et le rotin (INBAR) a demandé à ses 40 membres d'identifier au moins 5 millions d'hectares, et le programme régional de forêts modèles «Bosques Modelo» projette de restaurer jusqu'à 1,6 million d'hectares appartenant aux propriétaires et gestionnaires de terres qui participent au programme (Saint-Laurent, 2015).

L'analyse montre que la réalisation des objectifs du Défi de Bonn et de la Déclaration de New York, qui se traduirait par la restauration de 350 millions d'hectares au total, pourrait avoir un impact environnemental, économique et social considérable. D'après les estimations,

parvenir à l'objectif de 350 millions d'hectares d'ici 2030 reviendrait à absorber une moyenne de 0,6-1,7 Gt CO₂e par an, chiffre qui atteindrait 1,6-3,4 Gt par an en 2030, pour un total de 11,8-33,5 Gt sur la période 2011-2030 (Verdone *et al.*, 2015). Cela représente une contribution potentielle significative à la lutte contre les effets du changement climatique. À l'évaluation inférieure, 0,6 Gt CO₂e équivaut approximativement à la croissance annuelle globale des émissions issues des combustibles fossiles¹. À l'évaluation supérieure, 1,7 Gt CO₂e équivaut à la réduction des émissions qui se produirait si les centrales électriques au charbon de la planète mettaient pleinement en œuvre les meilleures pratiques permettant d'accroître leur efficacité. Ce chiffre est également comparable aux émissions de gaz à effet de serre annuelles russes (Verdone *et al.*, 2015). Outre son action en matière d'atténuation des effets du changement climatique, la restauration est une composante essentielle de tout plan pratique visant à nourrir trois milliards de personnes supplémentaires grâce à une agriculture durable et sensible aux aspects climatiques (Saint-Laurent, 2015). Restaurer la productivité de terres agricoles et de bassins versants urbains souvent très dégradés sera aussi de plus en plus au cœur des agendas des villes attentives à la durabilité (Saint-Laurent, 2015).

Si les engagements politiques sont cruciaux pour donner de l'impulsion à la démarche de restauration, il apparaît maintenant impérieux de les traduire en processus continu sur le terrain. Les ministres du monde entier se sont rassemblés à Bonn, Allemagne, en mars 2015, pour la seconde rencontre ministérielle se proposant d'appuyer les ambitieux objectifs mondiaux de restauration des paysages forestiers. La réunion a été organisée par les Gouvernements de l'Allemagne et de la Norvège, en collaboration avec l'UICN et le WRI. Quatre actions majeures ont été préconisées: 1) créer un groupe de travail financier, dirigé par le Fonds pour l'environnement mondial (FEM) et la Barclays Bank, chargé de développer des propositions concrètes pour mobiliser des financements et d'approfondir

TABLEAU 1. Résultats depuis 2011: Engagements officiels annoncés durant la table ronde ministérielle-Défi de Bonn, le Sommet de Rio+20, la COP de la CCNUCC de Doha et le Sommet sur le climat des Nations Unies de 2014

Pays	Superficie (millions d'hectares)
Brésil/Pacte pour la forêt Atlantique	1,1
Colombie	1,0
Costa Rica	1,0
El Salvador	8,0
États-Unis d'Amérique	1,0
Éthiopie	15,0
Guatemala	3,9
Ouganda	2,0
République démocratique du Congo	2,5
Rwanda	15,0
Chili, Équateur, Mexique, Pérou et Conservacion Patagonica	10,0
Total des engagements à ce jour	60,5

¹ http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news_docs/jrc-2014-trends-in-global-co2-emissions-2014-report-93171.pdf

Encadré 1 Méthodologie d'évaluation des opportunités de restauration (MEOR)

L'UICN et le WRI ont élaboré une Méthodologie d'évaluation des opportunités de restauration (MEOR) pour aider les parties prenantes à formuler ce que l'on pourrait appeler «l'analyse de rentabilité» de la restauration des paysages forestiers: déterminer quelles activités de restauration sont susceptibles de fournir les plus grands avantages écologiques, sociaux et économiques dans une zone dégradée donnée, comprendre quel contexte social, juridique et institutionnel est le plus à même de favoriser la restauration, et formuler des stratégies pour aller de l'avant à l'échelon national ou infranational. Les gouvernements et les acteurs non gouvernementaux de divers pays, en particulier le Brésil, l'Éthiopie, le Ghana, le Kenya, le Rwanda et le Mexique, ont déjà entamé des évaluations détaillées des opportunités de restauration (Laestadius *et al.*, 2015). La MEOR comporte plusieurs composantes: cartographie des opportunités de restauration, évaluation économique de la restauration, analyse du piégeage du carbone dérivant de la restauration, diagnostic des facteurs clés de réussite et évaluation financière de la restauration. La méthode décrit les divers outils et composantes et donne des indications sur la façon dont il est possible de les associer ou de les mettre en séquence, selon les différents besoins (Maginnis *et al.*, 2014).

Plusieurs pays, notamment le Costa Rica, les États-Unis d'Amérique, le Niger, la République de Corée et la Suède, ont remis en état leurs paysages forestiers au cours du dernier siècle, à une échelle significative en regard de la taille globale du pays. L'étude de ces cas et d'autres révèle qu'une restauration réussie présente trois thématiques communes: 1) Il existe une motivation claire. Là où les actions de restauration ont été menées, les décideurs, les propriétaires de terres et/ou les citoyens étaient convaincus ou motivés à l'idée de rétablir des forêts et des arbres dans les paysages; 2) Des conditions favorables sont en place. Il existait des conditions écologiques, commerciales, politiques, sociales et institutionnelles créant un contexte favorable à la restauration des paysages forestiers; 3) Il existe les capacités et les ressources permettant une mise en œuvre durable. Les capacités et les ressources ont été mobilisées pour mettre en œuvre une restauration des paysages forestiers sur le terrain s'appuyant sur une base de durabilité.

Ces observations sous-tendent le *diagnostic de la restauration* – un outil d'évaluation permettant d'identifier quels sont les facteurs clés de réussite de la restauration des paysages forestiers qui sont déjà présents ou qui manquent à l'intérieur d'une zone considérée donnée. En identifiant les lacunes, les décideurs et les gestionnaires de terres peuvent plus efficacement mettre en avant les politiques, les incitations et les pratiques susceptibles d'accroître les chances de succès de la restauration (Hanson *et al.*, 2015).

Thématiques	Caractéristiques	Facteurs clés de réussite	État	Légende
Motivation	Avantages	La restauration génère des avantages économiques		<div style="background-color: #90EE90; width: 15px; height: 15px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;"></div> En place <div style="background-color: #FFD700; width: 15px; height: 15px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;"></div> Partiellement en place <div style="background-color: #FF6347; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></div> Pas en place
		La restauration génère des avantages sociaux		
		La restauration génère des avantages environnementaux		
	Sensibilisation	Les avantages de la restauration sont rendus publics		
		Les opportunités de restauration sont identifiées		
	Situations de crise	Les situations de crise sont mises à profit		
	Exigences légales	Il existe une législation exigeant la restauration		
La législation exigeant la restauration est largement comprise et appliquée				
Conditions favorables	Conditions écologiques	Les conditions en matière de sol, eau, climat et feux conviennent à la restauration		
		Il n'y a pas de végétaux et animaux pouvant empêcher la restauration		
		Les semences, plants ou populations sources autochtones sont facilement disponibles		
	Conditions commerciales	Les demandes concurrentes (aliments, combustible, par exemple) portant sur les terres forestières dégradées sont en déclin		
		Il existe des filières pour les produits issus des zones restaurées		
	Conditions politiques	Le régime foncier et les droits sur les ressources naturelles sont sûrs		
		Les politiques portant sur la restauration sont harmonisées et rationalisées		
		Il existe des restrictions relatives au défrichement des forêts naturelles restantes		
	Conditions sociales	Les restrictions relatives au défrichement des forêts sont appliquées		
		Les populations locales sont habilitées à prendre des décisions sur la restauration		
	Conditions institutionnelles	Les populations locales peuvent bénéficier de la restauration		
		Les rôles et les responsabilités en matière de restauration sont clairement définis		
Mise en œuvre	Encadrement	Une coordination institutionnelle efficace est en place		
		Il existe des partisans nationaux et/ou locaux de la restauration		
	Connaissances	Un engagement politique durable est en place		
		Il existe un savoir-faire significatif pour la restauration du paysage candidat		
	Conception technique	Le savoir-faire en matière de restauration est transmis entre pairs ou par les services de vulgarisation		
		La conception de la restauration est techniquement fondée et résistante aux variations climatiques		
	Financement et incitations	La restauration limite les «fuites»		
		Les incitations positives et les financements à la restauration dépassent les incitations négatives		
	Remontée d'information	Les incitations et les financements sont facilement accessibles		
		Un système de suivi-évaluation de la performance efficace est en place		
		Les premiers succès sont communiqués		

Source: Hanson *et al.*, 2010.



© TONY RINAUDO, WORLD VISION AUSTRALIA

© TONY RINAUDO, WORLD VISION AUSTRALIA

la compréhension des obstacles à ces financements; 2) établir des échanges d'apprentissage sur des thématiques essentielles comme les modèles d'activité, les politiques efficaces, la planification, la mobilisation des citoyens, le renforcement des capacités et la formation; 3) s'assurer que les pays développent les capacités nécessaires pour suivre les progrès et partager les leçons apprises, par exemple en matière de plate-formes innovantes et d'indicateurs de progrès simples; 4) organiser en temps voulu une série de rencontres régionales pour amener les débats plus près du terrain, comprendre plus en profondeur les obstacles et les potentialités, et permettre à des pays voisins de partager leurs expériences (Sizer *et al.*, 2015).

CONCLUSIONS

Le concept de restauration des paysages forestiers a évolué hors de la foresterie à la fin des années 90 et le Partenariat mondial sur la restauration des paysages forestiers a été lancé en 2003, mais ce n'est que lors de la table ronde ministérielle de 2011 à l'origine du Défi de Bonn que le mouvement en faveur de la restauration forestière a pris de l'élan, l'enjeu étant de traduire les engagements politiques en action continue sur le terrain.

Ce passage bienvenu à une nouvelle phase crée de nouveaux questionnements pour

le Partenariat mondial sur la restauration des paysages forestiers. La démarche de restauration ne peut pas être élargie sans le support et l'engagement d'un vaste éventail de parties prenantes, en particulier celles liées à l'agriculture. Les gouvernements sont aussi extrêmement importants car eux seuls peuvent mobiliser les budgets publics nécessaires et les mesures incitant le secteur privé à investir dans la restauration. Le Partenariat doit par conséquent définir et promouvoir la restauration des paysages forestiers d'une manière qui soit compréhensible et attractive pour tous les acteurs de l'ensemble du territoire. Il doit offrir une gamme de techniques de restauration qui comprennent des méthodes solides sur le plan écologique et requérant un faible investissement financier. Il doit développer des mécanismes permettant de recueillir et partager les expériences des pays et des autres acteurs au moment où ils se lancent dans la restauration à grande échelle, fournissant les bases pour un apprentissage et une gestion adaptative. Il doit garantir que des méthodes de suivi appropriées sont disponibles et appliquées.

Le Partenariat mondial sur la restauration des paysages forestiers doit miser sur de nouveaux partenariats et stimuler l'utilisation de nouvelles technologies pour constituer les paysages de l'avenir, des paysages qui doivent être résilients et

Paysage d'Éthiopie avant et après une intervention de restauration

capables de s'adapter aux effets du changement climatique. Nous devons commencer à construire aujourd'hui les paysages dont nous aurons besoin demain. ♦



Références

Convention sur la diversité biologique (CDB).

2010. *Décision adoptée par la Conférence des parties à la Convention sur la diversité biologique à sa dixième réunion*. UNEP/CBD/COP/DEC/X/2. 29 octobre 2010 (disponible sur: <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-10/cop-10-dec-02-fr.pdf>). Accès 17 juin 2015.

Cossalter, C. et Pye-Smith, C. 2003. *Fast-wood forestry: myths and realities*. Bogor, Indonésie, Centre pour la recherche forestière internationale (CIFOR).

FAO. 2000. Les arbres hors forêts: un moyen essentiel dans la lutte contre la désertification du Sahel. *Unasylva*, 200 (51): 18-24 (disponible sur: <http://www.fao.org/docrep/x3989f/x3989f00.htm>).

FNUF (Forum des Nations Unies sur les forêts). 2005. *Report of the fifth session (14 May 2004 and 16 to 27 May 2005)*. E/2005/42.E/CN.18/2005/18. Economic and Social Council Official Records, 2005. Supplement No. 22 (disponible sur: <http://daccess-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N05/396/66/PDF/N0539666.pdf?OpenElement>).

Hanson, C., Buckingham, K., Dewitt, S. et Laestadius, L. 2015 (à paraître). *Restoration diagnostic*. Washington, DC, Institut des ressources mondiales (WRI).

IIDD (Institut international du développement durable). 2002. Summary of the International Expert Meeting on Forest Landscape Restoration 27-28 février 2002. *Sustainable Developments*. Vol. 71, No. 1 (samedi 2 mars 2002) (disponible sur: <http://www.iisd.ca/crs/sdcfr/sdvol71num1.html>). Accès 3 mars 2015.

IIDD. 2005. A brief history of the UNFF and the Global Partnership on FLR. *Petrópolis Restoration Workshop Bulletin*. Vol. 107, No. 1 (lundi 11 avril 2005). Accès 3 mars 2015.

- Janzen, D.H.** 2000. Costa Rica's Area de Conservación Guanacaste: A long march to survival through non-damaging biodevelopment. *Biodiversity*, 1(2): 7-20.
- Laestadius, L., Maginnis, S., Minnemayer, S., Patapov, P., Saint-Laurent, C. et Sizer, N.** 2011. Carte des opportunités de restauration du paysage forestier. *Unasylva*, 238(62): 47-48 (disponible sur: www.fao.org/docrep/015/i2560f/i2560f08.pdf).
- Laestadius, L., Reyntar, K., Maginnis, S. et Saint-Laurent, C.** 2015. Demystifying the world's forest landscape restoration opportunities. *World Resources Institute blog (Blog de l'Institut des ressources mondiales)* (disponible sur: <http://www.wri.org/blog/2015/03/demystifying-worlds-forest-landscape-restoration-opportunities>). Accès 3 août 2015.
- Lamb, D. et Gilmour, D.** 2003. *Rehabilitation and restoration of degraded forests*. Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni, UICN.
- Maginnis, S. et Jackson, W.** 2002. *Restoring forest landscapes: Forest landscape restoration aims to re-establish ecological integrity and enhance human well-being in degraded forest landscapes* [document de réflexion]. UICN (disponible sur: http://cmsdata.iucn.org/downloads/restoring_forest_landscapes.pdf).
- Maginnis, S., Jackson, W.J. et Dudley, N.** 2004. Conservation landscapes: Whose landscapes? Whose trade-offs? In T.O. McShane et M.P. Wells, eds. *Getting biodiversity projects to work: more effective conservation and development*. New York, Columbia University Press.
- Maginnis, S., Rietbergen-McCracken, J. et Jackson, W.** 2005. *Restauration des paysages forestiers: introduction à l'art et la science de la restauration des paysages forestiers*. Série technique OIBT n° 23. Yokohama, Organisation internationale des bois tropicaux (disponible sur: http://www.itto.int/technical_report/?pageID=3).
- Maginnis, S., Laestadius, L., Verdone, M., DeWitt, S., Saint-Laurent, C., Rietbergen-McCracken, J. et Shaw, D.M.P.** 2014. *A guide to the Restoration Opportunities Assessment Methodology (ROAM): Road-Test Edition*. Genève, Suisse, UICN (disponible sur: https://www.iucn.org/about/work/programmes/forest/fp_our_work/fp_our_work_thematic/fp_our_work_flr/approach_to_forest_landscape_restoration/restoration_opportunities_assessment_methodology/). Accès 3 mars 2015.
- (Version préliminaire en français, *Guide de la Méthodologie d'Évaluation des Opportunités de Restauration des paysages forestiers (MEOR)*, disponible sur http://cmsdata.iucn.org/downloads/guide_de_la_methodologie_d_evaluation_des_possibilites_de_restauracion.pdf.)
- Mansourian, S., Vallauri, D. et Dudley, N.** 2005. *Forest restoration in landscapes: beyond planting trees*. New York, Springer Science and Business Media, WWF.
- Minnemeyer, S., Laestadius, L., Sizer, N., Saint-Laurent, C. et Potapov, P.** 2011. A world of opportunity [brochure]. The Global Partnership on Forest Landscape Restoration, World Resources Institute, South Dakota State University et UICN (disponible sur http://pdf.wri.org/world_of_opportunity_brochure_2011-09.pdf).
- Nations Unies.** 2014. Déclaration de New York sur les forêts, engagements et plans d'action. Sommet 2014 sur le climat des Nations Unies. Site Internet (disponible sur: <http://www.un.org/climatechange/summit/fr/domaines-daction/#forests>).
- OIBT.** 2002. *Directives OIBT pour la restauration, l'aménagement et la réhabilitation des forêts tropicales dégradées et secondaires*. Série développement de politiques OIBT n° 13. Yokohama, Japon, Organisation internationale des bois tropicaux, en collaboration avec le CIFOR, la FAO, l'UICN et le WWF.
- Partenariat mondial sur la restauration des paysages forestiers.** 2013. The Bonn Challenge (disponible sur: <http://www.forestlandscaperestoration.org/topic/bonn-challenge>).
- Reyntar, K.** 2014. 7 Unexpected places for forest landscape restoration. *World Resources Institute blog (Blog de l'Institut des ressources mondiales)* (disponible sur: <http://www.wri.org/blog/2014/05/7-unexpected-places-forest-landscape-restoration>). Accès 3 mars 2015.
- Röttgen, N. et Khosla, A.** 2011. *Bonn Challenge on Forests, Climate Change and Biodiversity Ministerial Roundtable* [résumé]. Ministère fédéral allemand de l'environnement, de la conservation de la nature et de la sécurité nucléaire (disponible sur: http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/bonn_challenge_summary.pdf).
- Saint-Laurent, C.** 2005. Optimizing synergies on forest landscape restoration between the Rio Conventions and the UN Forum on Forests to deliver good value for implementers. *Review of European Community & International Environmental Law*, 14(1): 39-49.
- Saint-Laurent, C.** 2015. *Forest Landscape Restoration and the Bonn Challenge* [fiche d'information]. UICN.
- Sayer, J., Kapos, V., Mansourian, S. et Maginnis, S.** 2003. *Forest landscape restoration: the role of forest restoration in achieving multifunctional landscapes*. Mémoire soumis au XII^e Congrès forestier mondial, 2003, Ville de Québec, Canada (disponible sur: <http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/WFC/XII/0670-B3.HTM>).
- Sizer, N., DeWitt, S. et Messinger, J.** 2015. Bonn Challenge 2.0: Forest and landscape restoration emerges as a key climate solution. *World Resources Institute blog (Blog de l'Institut des ressources mondiales)* (disponible sur: <http://www.wri.org/blog/2015/04/bonn-challenge-20-forest-and-landscape-restoration-emerges-key-climate-solution-1>).
- UICN (Union internationale pour la conservation de la nature).** 2002. *Building Assets for People and Nature: International Expert Meeting on Forest Landscape Restoration* [aperçu général] (disponible sur: http://cmsdata.iucn.org/downloads/international_expert_meeting_on_forest_landscape_restoration.pdf).
- UICN et WWF.** 2000. *Forests Reborn: A Workshop on Forest Restoration* [aperçu général] (disponible sur: https://cmsdata.iucn.org/downloads/flr_segovia.pdf).
- UICN et WWF.** 2002. *International Expert Meeting on Forest Landscape Restoration* [aperçu général] (disponible sur: http://cmsdata.iucn.org/downloads/international_expert_meeting_on_forest_landscape_restoration.pdf).
- Van Oosten, C.** 2009. *Global Partnership on Forest Landscape Restoration: Towards a global learning network of sites*. Wageningen, Pays-Bas, Université de Wageningen.
- Verdone, M., Olsen, N., Wylie, P., Saint Laurent, C. et Maginnis, M.** 2015. *Making the case for forest landscape restoration*. Livre blanc, document de travail initial pour discussion future. Suite à la rencontre ministérielle-Défi de Bonn 2.0, 20-21 mars 2015, UICN.
- Wenger, R., Sommer, R. et Wymannvon Dach, S.** 2005. *Forest Landscape Restoration (FLR). Info Resources Focus*, 2(5).
- WRI.** 2014. *Initiative 20x20*. Washington, DC, Institut des ressources mondiales (disponible sur: <http://www.wri.org/our-work/project/initiative-20x20/about-initiative-20x20#project-tabs>). Accès 3 mars 2015. ♦

Restauration des écosystèmes, zones protégées et conservation de la biodiversité

L. Janishevski, C. Santamaria, S.B. Gidda, H.D. Cooper et P.H.S. Brancalion



© PEDRO BRANCALION

La restauration des écosystèmes à l'échelle du paysage renforce la conservation de la biodiversité dans les zones protégées.

Lisa Janishevski est Adjointe de programme à la Division chargée des sciences, de l'évaluation et du suivi au sein du Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique (CDB), Montréal, Canada.

Catalina Santamaria est Responsable du programme sur la biodiversité forestière à la Division chargée des sciences, de l'évaluation et du suivi au sein du Secrétariat de la CDB, Montréal, Canada.

Sarat Babu Gidda est Responsable du programme sur la conservation *in situ* et *ex situ* à la Division chargée des sciences, de l'évaluation et du suivi au sein du Secrétariat de la CDB, Montréal, Canada.

H. David Cooper est Fonctionnaire principal à la Division chargée des sciences, de l'évaluation et du suivi au sein du Secrétariat de la CDB, Montréal, Canada.

Pedro H.S. Brancalion est Professeur au Département des sciences forestières, Faculté d'agronomie «Luiz de Queiroz», Université de São Paulo, Piracicaba-SP, Brésil.

Cet article met en lumière comment la restauration des écosystèmes peut contribuer à la conservation de la biodiversité à l'intérieur et à l'extérieur des zones protégées (comme cela est décrit, par exemple, dans Brancalion *et al.*, 2013a).

Parallèlement à la gestion viable de divers types d'utilisation des terres comme l'agriculture, les pâturages et les forêts, et à l'expansion et à la consolidation des aires protégées, il est de plus en plus reconnu que la restauration des écosystèmes à l'échelle du paysage fait partie intégrante d'un ensemble d'activités visant à la conservation de la biodiversité, au renforcement des services écosystémiques et au développement durable (SCDB, 2014; Aronson et Alexander, 2013; Menz *et al.*, 2013;

Rey Benayas *et al.*, 2009; Bullock *et al.*, 2011).

La Convention sur la diversité biologique (CDB) stipule que «chaque Partie contractante, dans la mesure du possible et selon qu'il conviendra, remet en état et restaure les écosystèmes dégradés et favorise la reconstitution des espèces menacées moyennant, entre autres, l'élaboration et l'application de plans ou autres stratégies de gestion»¹. Pour favoriser la mise en pratique de cette disposition et la réalisation des objectifs d'Aichi relatifs à la biodiversité 14 et 15 (voir l'encadré 1), la Conférence des parties (COP) à la Convention a adopté en 2012 une décision globale sur la restauration des écosystèmes², appuyée par l'Appel

¹ Article 8(f) de la Convention: <http://www.cbd.int/convention/text/>

² Décision XI/16: <http://www.cbd.int/decision/cop/default.shtml?id=13177>

En haut: Arbre de *Handroanthus impetiginosus* (*Bignoniaceae*) en fleurs dans la forêt atlantique brésilienne.

Encadré 1

Plan stratégique pour la diversité biologique 2011-2020

Le Plan stratégique pour la diversité biologique 2011-2020 a été adopté à la Conférence des parties (COP) à la Convention sur la diversité biologique (CDB) lors de sa dixième rencontre, qui s'est tenue à Nagoya, Japon, en octobre 2010. Il est appuyé par les autres conventions relatives à la biodiversité et par les Nations Unies. Il fournit ainsi un cadre d'action convenu à l'échelle internationale en matière de biodiversité, sous-tendu par la vision suivante:

D'ici à 2050, la diversité biologique est valorisée, conservée, restaurée et utilisée avec sagesse, en assurant le maintien des services fournis par les écosystèmes, en maintenant la planète en bonne santé et en procurant des avantages essentiels à tous les peuples.

Le Plan comprend les 20 objectifs d'Aichi pour la biodiversité, notamment l'objectif 15:

D'ici à 2020, la résilience des écosystèmes et la contribution de la diversité biologique aux stocks de carbone sont améliorées, grâce aux mesures de conservation et restauration, y compris la restauration d'au moins 15 pour cent des écosystèmes dégradés, contribuant ainsi à l'atténuation des changements climatiques et l'adaptation à ceux-ci, ainsi qu'à la lutte contre la désertification.

Les actions visant à atteindre les objectifs d'Aichi devraient être menées de façon cohérente et coordonnée. En particulier, les efforts pour réaliser l'objectif 15 sur la restauration des écosystèmes devraient être étroitement liés à ceux visant à diminuer de moitié le déboisement et réduire la perte et la dégradation d'autres habitats naturels (objectif 5), promouvoir une agriculture et une sylviculture durables (objectif 7), et protéger au moins 17 pour cent des zones terrestres, au moyen de réseaux d'aires protégées intégrées dans l'ensemble du paysage (objectif 11). Parvenir à ces objectifs contribuera en même temps à protéger les espèces menacées d'extinction (objectif 12), la diversité génétique (objectif 13) et les services écosystémiques (objectif 14). Le texte complet des objectifs est disponible sur: <http://www.cbd.int/sp/targets/default.shtml>

Au niveau des pays, la mise en œuvre du Plan stratégique est promue au travers des stratégies et plans d'action nationaux pour la diversité biologique. En vue d'atteindre les objectifs d'Aichi, il sera nécessaire dans la plupart des cas de mettre en place un paquet homogène d'actions, comprenant de manière générale des cadres juridiques ou réglementaires, des incitations socioéconomiques en rapport avec ces cadres, un engagement de l'État et des parties prenantes, un système de suivi et une aide à la mise en application. La cohérence entre les politiques des divers secteurs concernés, et entre les instances gouvernementales correspondantes, est également indispensable.

Réaliser les objectifs d'Aichi pour la biodiversité contribuerait de manière significative à l'ensemble des priorités mondiales, telles qu'elles sont énoncées dans l'agenda de développement de l'après-2015, à savoir: réduire la faim et la pauvreté; améliorer la santé humaine; garantir un approvisionnement durable en matière d'énergie, alimentation et eau propre; contribuer à l'adaptation aux changements climatiques et à l'atténuation de leurs effets; lutter contre la désertification et la dégradation des terres; et diminuer la vulnérabilité face aux catastrophes (SCDB, 2014).



d'Hyderabad pour un effort concerté pour la restauration des écosystèmes³. En vue d'aider les pays en développement membres de la COP à mettre ces décisions en pratique et atteindre ces objectifs,

³ L'Appel d'Hyderabad pour un effort concerté pour la restauration des écosystèmes a été lancé par les Gouvernements de l'Afrique du Sud, de l'Inde et de la République de Corée (alors Présidents de la COP de la CDB, de la Convention-cadre des Nations Unies sur la lutte contre la désertification, et de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques) et par les dirigeants de plusieurs organisations internationales: <http://www.cbd.int/doc/restoration/Hyderabad-call-restoration-en.pdf>

la COP 12 de la CDB a lancé en octobre 2014 l'Initiative pour la restauration des écosystèmes forestiers, soutenue par le Gouvernement de la République de Corée au travers de son Service forestier (Korea Forest Service – KFS).

Ces aspirations se reflètent également dans le Défi de Bonn⁴, qui appelle à restaurer 150 millions d'hectares de terres dégradées d'ici 2020. En marge du Sommet sur le climat des Nations Unies

⁴ <http://www.forestlandscaperestoration.org/topic/bonn-challenge>; http://www.forestlandscaperestoration.org/sites/default/files/topic/the_bonn_challenge.pdf

de septembre 2014⁵, un certain nombre de gouvernements, de même que des organisations de la société civile et du secteur privé, ont signé la Déclaration de New York sur les forêts, qui élargit l'objectif en ajoutant 200 millions d'hectares supplémentaires à restaurer d'ici 2030⁶.

Les efforts visant à restaurer les écosystèmes contribuent aussi à d'autres objectifs convenus au niveau international,

⁵ Voir <http://www.un.org/climatechange/summit/>

⁶ Voir Panel-5 discussions sur <http://www.un-redd.org/Portals/15/documents/Report%20on%20the%20Forests%20Pavilion%2023%20September%202014%20v2.pdf>



© PEDRO BRANCAIION

notamment les volets axés sur les écosystèmes pour l'adaptation au changement climatique et l'atténuation de ses effets, dans le cadre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC)⁷, l'objectif de dégradation des terres nulle poursuivi dans le cadre de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (CCD)⁸, l'utilisation avisée des zones humides dans le cadre de la Convention de Ramsar sur les terres humides⁹ et les quatre objectifs mondiaux sur les forêts du Forum des Nations Unies sur les forêts (FNUF)¹⁰. La restauration des écosystèmes

⁷ <http://unfccc.int/2860.php>

⁸ <http://www.unccd.int/>

⁹ www.ramsar.org

¹⁰ www.un.org/esa/forests

est également prise en compte dans les Objectifs de développement durable¹¹.

La restauration des écosystèmes à l'échelle du paysage reflète un changement de paradigme dans la science de la conservation, mettant la dimension et le modèle spatiaux au centre des stratégies de conservation; en effet, au lieu de se concentrer exclusivement sur les réserves, les efforts de conservation œuvrent à valoriser au maximum les paysages ruraux en termes de maintien de la biodiversité, prévention des extinctions d'espèces et approvisionnement

¹¹ Pour de plus amples détails, voir <https://sustainabledevelopment.un.org/sdgsproposal>, en particulier, pour les objectifs en matière de restauration, l'objectif 6.6 (écosystèmes liés à l'eau), 14.2 (écosystèmes marins et côtiers), 15.1 (écosystèmes terrestres et écosystèmes d'eau douce), 15.2 (forêts dégradées) et 15.3 (terres et sols dégradés).

Agroforêts communautaires constituées de bananiers, manioc et juçara (un palmier indigène en voie de disparition, dont les fruits sont exploités pour leur pulpe) à la lisière du parc naturel de Serra do Mar, forêt atlantique de São Paulo, Brésil. Ces agroforêts fournissent des aliments et des revenus aux populations traditionnelles vivant autour de l'aire protégée, évitant ainsi que du bois et des produits forestiers non ligneux soient ramassés dans la réserve. Dans un tel contexte, la restauration et la remise en état des forêts aident à minimiser les perturbations d'origine humaine dans les zones protégées, et à améliorer la connectivité des paysages englobant ces dernières

en services écosystémiques (Chazdon *et al.*, 2009). Ce changement s'est traduit aussi dans les débats et les conclusions du cinquième Congrès mondial sur les parcs de l'UICN de 2003, qui répondait au thème transversal «Bénéfices par delà les frontières», de même que dans les objectifs et activités du programme de travail sur les aires protégées adopté par la CDB en 2004.

POURQUOI LA RESTAURATION DES PAYSAGES SERT-ELLE À LA CONSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ

Des progrès considérables ont été accomplis ces dernières années pour développer des réseaux de zones protégées, dans le cadre du programme de travail de la CDB sur les aires protégées. Le monde est à présent sur la bonne voie pour réussir à protéger 17 pour cent de la surface terrestre d'ici 2020, conformément à l'objectif 11 d'Aichi relatif à la biodiversité (SCDB, 2014). Toutefois, si l'on veut parvenir à constituer un réseau bien géré et représentatif, des efforts supplémentaires sont nécessaires. Par ailleurs, des extrapolations à partir de tendances actuelles indiquent que les pressions sur la biodiversité continueront à s'accroître et que l'état de cette dernière continuera à décliner. L'examen des principaux secteurs primaires montre que les facteurs liés à l'agriculture comptent pour environ deux tiers dans la perte de biodiversité prévue (SCDB, 2014).

De nombreuses zones protégées sont intégrées dans des territoires modifiés par l'homme (Melo *et al.*, 2013a), où l'agriculture et l'urbanisation ont déterminé la structure du paysage et peuvent représenter des perturbations majeures

pour les écosystèmes naturels. La perte d'habitat et le morcellement constituent une menace essentielle pour la conservation de la biodiversité dans ce contexte. Des études récentes ont montré que, en dessous d'un certain pourcentage de surface d'habitat, les paysages modifiés par l'homme affichent une chute abrupte de la biodiversité, du fait de l'absence de connectivité entre les parcelles d'habitat restantes (Rappaport *et al.*, 2015). Ainsi, lorsqu'elles se trouvent au sein de paysages disposant d'une très faible superficie pour les habitats – ce qui est prédominant dans de nombreuses régions –, les aires protégées ayant une mauvaise connectivité avec le territoire environnant sont potentiellement peu à même d'éviter l'extinction future de nouvelles espèces. La surface critique de l'habitat pour la conservation de la biodiversité varie selon le type d'écosystème, la structure du paysage et les organismes concernés (Fahrig, 2001); par ailleurs, si le seuil de 20 à 30 pour cent est d'ordinaire considéré comme significatif à cet égard par la recherche théorique, il apparaît néanmoins indispensable de

mener des tests empiriques (Fahrig, 2003). Pour prendre un exemple, d'après les prévisions de Ferro *et al.* (2014), la plupart des zones protégées de la forêt atlantique brésilienne ne seront plus en mesure, d'un point de vue climatique, de maintenir la diversité de leurs arctiidés (*Arctiinae*) d'ici 2080. Le changement climatique posera fort probablement de nouveaux défis à la biodiversité confinée dans les réserves. Certaines espèces pourraient être contraintes de modifier leur couverture géographique pour trouver des abris en fonction du climat. Ainsi, non seulement on s'attend à ce que les espèces marsupiales du Brésil se déplacent vers le sud-est du pays, cette zone se retrouvant ainsi particulièrement riche en espèces, mais aussi à ce que la plupart des espèces connaissent une contraction considérable de leur couverture géographique et, à l'intérieur de celle-ci, une perte des zones climatiquement adaptées à leur survie (Loyola *et al.*, 2012). Aussi les aires protégées doivent-elles être de plus en plus fonctionnellement connectées à d'autres parcelles d'habitat au sein du paysage, de façon à permettre

aux diverses espèces de se déplacer le cas échéant vers des sites plus favorables. Dans un monde en mutation, nous devons améliorer l'interaction dynamique entre les zones protégées et les autres composantes de la mosaïque inter-habitat (Hobbs *et al.*, 2015). En d'autres termes, nous devons gérer le système (c'est-à-dire le paysage), et pas uniquement ses parties (c'est-à-dire les aires protégées et les autres parcelles d'habitat naturel).

Ainsi, pour garantir les degrés de connectivité souhaités et favoriser la conservation de la biodiversité dans les zones protégées, le maintien et la restauration des vestiges naturels restant sur le territoire doivent être pris en considération et, dans les paysages très morcelés, pourraient constituer la seule option possible. Dans de telles conditions, la restauration paysagère est vitale pour assurer la conservation de la biodiversité dans le temps, et doit être complétée par des plans de gestion visant à améliorer la couverture des habitats semi-naturels isolés. Dans les paysages modifiés par l'homme, l'axe de la conservation doit se déplacer, et aller au-delà de la protection

Interventions multiples de restauration paysagère dans la forêt atlantique brésilienne: systèmes sylvopastoraux, haies vives, régénération naturelle sur des terres agricoles marginales et plantations sur des sommets montagneux et des pentes abruptes





© PEDRO BRANCALION

Une vaste part du parc naturel de Vassununga, dans la forêt atlantique brésilienne, a brûlé au cours d'un incendie qui a démarré le long d'une route traversant le parc. Le changement climatique tend à intensifier et accroître la fréquence des feux de forêt dans les régions tropicales, ce qui représente une menace sérieuse pour les aires protégées. Si ces dernières sont reliées à d'autres restes de végétation disséminés dans le paysage au travers de couloirs écologiques établis grâce à des interventions de restauration, les animaux sauvages sont plus à même de s'échapper des zones soumises à des perturbations d'origine humaine, et le processus de recolonisation des parties détruites ou endommagées des zones protégées peut être facilité

de ce qui reste pour se centrer sur les contraintes et interactions inhérentes au paysage, en vue de garantir la persistance de la biodiversité (Gardner *et al.*, 2009).

Une telle approche va dans le sens de l'objectif 11 d'Aichi relatif à la biodiversité, qui préconise «des réseaux écologiquement représentatifs et bien reliés d'aires protégées gérées efficacement et équitablement et d'autres mesures de conservation effectives par zone, et intégrées dans l'ensemble du paysage terrestre et marin». Le programme de travail de la CDB sur les aires protégées part du concept selon lequel ces dernières doivent être intégrées dans l'ensemble plus vaste du paysage terrestre et marin¹², et Ervin *et al.* (2010)

¹² Objectif 1.2 du programme de travail de la CDB sur les aires protégées: <http://www.cbd.int/protected/>

ont publié un guide de référence à ce sujet dans la collection des Cahiers techniques de la CDB.

En identifiant les zones susceptibles d'être restaurées, il faudrait prêter une attention particulière au fait d'accroître l'étendue, la qualité et la connectivité des aires riches en biodiversité, notamment celles qui abritent des espèces menacées ou en voie de disparition, et celles qui fournissent des services écosystémiques importants (Tambosi *et al.*, 2014). La restauration doit être étayée par une vision qui consiste à renforcer les fonctions de l'écosystème natif et à éviter une nouvelle réduction ou conversion de l'habitat naturel, ou une perte au sein d'autres écosystèmes naturels (Latawiec *et al.*, 2015). Les aires vulnérables qui pourraient contribuer à constituer une matrice en termes de conservation et d'utilisation durable devraient se voir accorder une protection adéquate et être choisies comme sites de restauration le cas échéant. Les aires peuvent être protégées contre les perturbations d'origine humaine et être reliées à d'autres vestiges d'habitat situés dans le paysage. En outre, le paysage agricole «matrice», au sein duquel se trouvent les aires protégées et d'autres zones de végétation indigène, peut être rendu plus hospitalier pour les espèces susceptibles de se mouvoir entre ces parcelles de restauration. Cela pourrait comprendre

par exemple des actions de restauration forestière et des interventions visant à accroître le couvert arborescent dans des paysages agricoles, comme l'agroforesterie, les haies vives et l'établissement de plantations d'arbres appropriées.

Brancalion *et al.* (2013b) ont proposé une approche dans laquelle la restauration des paysages forestiers (RPF) appuie la conservation de la biodiversité dans des aires protégées situées à l'intérieur de paysages dominés par l'homme. L'approche part du constat que, dans de nombreuses régions tropicales, les vestiges forestiers suffisamment vastes pour bénéficier d'investissements publics visant à une stricte protection sont devenus rares, tandis que les fragments de petite et moyenne dimension, de propriété privée, pourraient jouer un rôle considérable dans la conservation de la biodiversité mise à mal. Historiquement, le rôle de ces petits vestiges forestiers a été sous-estimé par les partisans de la conservation parce qu'ils présentent en général une biodiversité bien plus faible que ne le font les restes de grande taille, protégés ou conservés d'une autre manière. Or, cela dénote une vision limitée de la conservation de la biodiversité, dans la mesure où les vestiges de petite taille peuvent servir de couloir écologique ou de tremplins. La démarche, qualifiée par les auteurs de «réserves de restauration», suit le schéma décisionnel à multiple niveau suivant:



1
Zones prioritaires pour les activités de restauration à l'échelle du paysage, dans une perspective de conservation de la biodiversité

Les zones en vert foncé (1) désignent des espaces de végétation indigène (par exemple, restes de forêts anciennes). Ces zones sont prioritaires en matière de conservation et pourraient être déjà comprises dans des aires protégées. Les zones en jaune (2) et délimitées par des lignes vert foncé représentent les zones de végétation indigène dégradées. La restauration écologique de ces zones renforcerait l'intégrité de celles à haute valeur de protection qui leurs sont associées. Les zones montrées en vert clair, délimitées par des lignes brisées marron (3-6), désignent les zones agricoles ou pastorales prioritaires pour la restauration, avec les motivations suivantes: améliorer l'intégrité des espaces de végétation indigène existants (3) en réduisant les effets de bordure et en accroissant la taille; fournir des couloirs écologiques (4) ou des tremplins en vue d'améliorer la connectivité (5); et protéger les zones riveraines contre l'érosion (6). Enfin, la capacité d'accueil de la matrice paysagère agricole (7) devrait être renforcée au moyen d'activités agroforestières.

1. définition des zones prioritaires en vue d'accroître la connectivité du paysage au travers de la restauration écologique à l'échelle régionale;
2. sélection d'un paysage donné, où il existe un fort potentiel pour que la restauration écologique accroisse la connectivité du paysage, cela servant de base à la délimitation de la zone dans laquelle sera menée la restauration paysagère;
3. mise en œuvre d'activités de restauration écologique visant à renforcer la conservation de la biodiversité et la connectivité du paysage dans ces zones, par exemple:
 - protection de vestiges forestiers existants;
 - restauration de zones dégradées de végétation indigène;
 - agrandissement et/ou mise en forme des restes de forêt en vue de réduire les effets de bordure;
 - restauration de terres converties à l'agriculture, surtout de terres dégradées ou peu productives, afin d'établir des couloirs écologiques et des tremplins ou pour élargir des couloirs existants (voir la figure 1).

La restauration des écosystèmes n'est pas un substitut de la conservation, pas plus qu'elle ne devrait servir à justifier la dégradation ou l'utilisation non durable des terres. Les forêts anciennes et d'autres

zones de végétation native presque vierge sont les principaux dépositaires de biodiversité dans les paysages modifiés par l'homme, et constituent la source nécessaire de biodiversité pour coloniser les sites de restauration dans les paysages agricoles.

En fait, si la restauration s'est révélée efficace pour accroître le niveau de biodiversité sur les sites dégradés, elle ne l'a pas été suffisamment pour pouvoir atteindre les valeurs de référence des écosystèmes conservés (Rey Benayas *et al.*, 2009). Par conséquent, une prémisses fondamentale de la restauration paysagère devrait être d'interrompre la perte d'habitat, spécialement pour les écosystèmes procurant des services environnementaux essentiels et le plus à même de maintenir leurs composition biologique et leurs fonctions. Bien que quelques paysages tropicaux aient connu une transition forestière, les forêts supplémentaires ayant dépassé le niveau de déboisement et ayant ainsi mené à un gain net de superficie forestière, les restes de forêts anciennes ont cependant souvent été remplacés par des cultures et des pâturages dans les zones propices à la production agricole (Ferraz *et al.*, 2014). Cela affecte considérablement la viabilité des espèces sur les sites de restauration actuels et à venir, de même que la pollinisation, le contrôle des ravageurs, et d'autres services écosystémiques véhiculés à travers la biodiversité dans les agroécosystèmes.

Les résultats des interventions de restauration sont aussi influencés par la structure du paysage, l'historique de l'utilisation des terres et le type de perturbations, qui peuvent accroître les risques lorsque l'on a recours à la restauration pour compenser les pertes de biodiversité dans les écosystèmes naturels (Maron *et al.*, 2012).

La diversité au sein des espèces et entre espèces est importante pour assurer une restauration efficace des écosystèmes, non seulement pour promouvoir la forte valeur de conservation de ces derniers mais aussi pour garantir le succès du processus de restauration lui-même (Thomas *et al.*, 2014; Bozzano *et al.*, 2014). Les actions de restauration devraient aussi être menées d'une manière conforme à l'approche par écosystème développée par la CDB¹³. En particulier, la restauration des paysages forestiers ne devrait être entreprise que là où elle est appropriée sur le plan écologique. Bien que le boisement et le reboisement fassent partie intégrante des stratégies de restauration forestière, de telles mesures devraient être évaluées de manière critique dans les écosystèmes naturels. Travailler sur l'ensemble d'un paysage représentant une

¹³ Directives opérationnelles pour l'application de l'approche par écosystème: <https://www.cbd.int/ecosystem/operational.shtml> et Principes: <http://www.cbd.int/ecosystem/principles.shtml>

mosaïque d'utilisation des terres requiert d'évaluer les conditions écologiques, les dynamiques socioculturelles et d'autres facteurs propices, de façon à adapter en fonction de cela les compensations et les plans d'utilisation des terres. Chaque pays doit déterminer ce qui est écologiquement adéquat, établir ses cartes de référence initiales, et disposer de systèmes de suivi en place pour surveiller et orienter les progrès en cours dans les divers écosystèmes. Les pays devront évaluer les opportunités de restauration des paysages déboisés et dégradés, et envisager comment réhabiliter les terres agricoles dégradées pour améliorer la productivité dans les mosaïques paysagères, sans provoquer pour autant la perte ou la conversion de forêts natives, de pâturages ou d'autres écosystèmes naturels (Veldman *et al.*, 2015).

LE CAS DE LA FORÊT ATLANTIQUE BRÉSILIENNE

Bien que la restauration écologique bénéficie d'une reconnaissance internationale croissante, les programmes de RPF à grande échelle n'en sont qu'au démarrage, ce qui limite notre compréhension des exigences réelles et des facteurs de succès de ces activités, dans la perspective de contribuer à la conservation de la biodiversité dans les aires protégées. Ainsi, pour tenter d'approfondir cette compréhension, nous avons pris la restauration de la forêt atlantique brésilienne comme étude de cas. L'étude donne en effet des enseignements sur la conservation et la restauration des écosystèmes à l'échelle locale, en regard de la gestion des aires protégées, et représente un exemple concret de contribution aux accords mondiaux pris dans le cadre du

Plan stratégique pour la diversité biologique 2011-2020 et des récents Objectifs de développement durable. Le cas a été choisi sur la base de l'importance biologique du biome concerné, qui fait partie des cinq premiers «points chauds» de la biodiversité mondiaux (Laurance, 2009), et en raison de l'existence d'un programme vaste et réussi de RPF, le Pacte pour la restauration de la forêt atlantique (Melo *et al.*, 2013b).

Seul 1,05 pour cent de l'étendue originale de la forêt atlantique brésilienne est protégé dans des réserves, pour l'essentiel au sein de paysages fortement morcelés (Ribeiro *et al.*, 2009). Dans la mesure où il reste aujourd'hui moins de 12 pour cent de la surface originale (1,2 million de kilomètres carrés), ces aires protégées sont fréquemment isolées des vestiges forestiers voisins et, eu égard à la petite



Protection d'une source d'eau et d'une bande riveraine au moyen d'interventions de restauration forestière dans une propriété privée de la forêt atlantique brésilienne. Si les zones protégées peuvent s'avérer plus efficaces pour la conservation des écosystèmes terrestres, la conservation des systèmes d'eau douce s'appuie sur la gestion de l'intégralité du bassin versant, et ne peut être réalisée que si des actions complémentaires sont menées à l'échelle de celui-ci

taille des réserves, s'inscrivent dans le paysage avec une superficie d'habitat inférieure au seuil requis pour éviter une perte abrupte de biodiversité. Banks-Leite *et al.* (2014) ont ainsi observé qu'il y a une chute radicale dans l'intégrité de la communauté des vertébrés lorsque la part de l'habitat tombe aux alentours de 30 pour cent. En conséquence, le maintien des aires protégées existantes n'est pas suffisant, dans ce cas, pour assurer la persistance à long terme de la biodiversité. Créer de nouvelles zones protégées, formellement reconnues et d'une dimension significative, n'est pas non plus une solution faisable car les restes de forêt suffisamment grands pour bénéficier d'investissements publics destinés à la stricte protection sont devenus rares. En revanche, la conservation de fragments de petite et moyenne dimension, de propriété privée, associée à la restauration de petites zones autour des aires protégées, s'est révélée à même d'améliorer la connectivité des paysages (Brançalion *et al.* 2013b). En outre, accroître le couvert arborescent dans les paysages agricoles, par exemple au travers de l'agroforesterie et de plantations d'arbres commerciales, pourrait aussi rendre le paysage plus en mesure d'accueillir des espèces menacées d'extinction. Par ailleurs, dans les paysages fortement morcelés, protéger les vestiges de petite taille et en restaurer d'autres pourrait constituer la seule option valable pour parvenir à un niveau de représentativité adéquat: c'est le cas du réseau d'aires protégées de la forêt atlantique, dont six régions biogéographiques, sur les sept qui la composent, sont mal protégées. Dans de telles conditions, la RPF est encore plus cruciale pour assurer la conservation de la biodiversité au fil du temps.

Pour répondre à ce besoin, une coalition d'organisations non gouvernementales (ONG), entreprises privées, gouvernements et universités ont lancé en 2009 le Pacte pour la restauration de la forêt atlantique, actuellement constitué de plus de 300 institutions œuvrant ensemble à restaurer 15 millions d'hectares d'ici 2050, dont 1 million d'hectares correspondant à un engagement dans le cadre du Défi de Bonn (Melo *et al.*, 2013b). Si cet objectif de restauration est atteint, le couvert forestier de la forêt atlantique atteindra la part de 30 pour cent, parvenant ainsi au seuil minimal estimé permettant d'assurer la

persistance de la biodiversité, en association avec le maintien et l'amélioration du réseau d'aires protégées.

Le Pacte a développé des méthodologies en vue d'identifier les zones prioritaires pour les interventions de restauration, en prenant en compte les facteurs évoqués dans la section précédente (voir aussi la figure 1) et dans l'optique d'optimiser la contribution à la conservation de la biodiversité sans négliger les volets socio-économiques. Cette approche fournit un cadre très élaboré en matière de planification de l'utilisation des terres, afin de créer de l'espace pour permettre une restauration à grande échelle sur les terres agricoles tout en évitant de déplacer les activités agricoles qui pourraient causer un déboisement ailleurs (Latawiec *et al.*, 2015). Pour atteindre cet objectif, le Pacte a élaboré une carte thématique des zones potentielles de restauration, où presque 7 millions d'hectares de pâturages parmi les moins productifs (pente >15°) – avec un faible coût d'opportunité (moins de 50 dollars des États-Unis par hectare et par an), eu égard à leur faible productivité et leurs maigres retombées pour les agriculteurs – ont été ciblés pour les actions de restauration (Pinto *et al.*, 2014). Le Pacte se propose de montrer que la mise en œuvre de modèles de restauration conçus pour fournir du bois et des produits forestiers non ligneux, de même que pour recevoir une rémunération des services environnementaux, peut être rentable et dépasser les coûts d'opportunité de pâturages peu productifs (Brançalion *et al.*, 2012). Des cartes des zones prioritaires dans le but d'accroître la connectivité du paysage ont aussi été produites (Tambosi *et al.*, 2014), ce qui pourrait optimiser les efforts de restauration, en particulier dans les régions plus récemment affectées par le déboisement. En outre, afin d'augmenter la rentabilité de la restauration au moyen de la planification spatiale, le Pacte est aussi attentif à la qualité des interventions. Un ouvrage de référence sur la restauration de la forêt atlantique, qui synthétise la plupart des informations techniques et scientifiques disponibles, offre aux praticiens des orientations concernant le diagnostic environnemental et la planification, les méthodes de restauration et les interventions opérationnelles, la production de semences et de plants – surtout les questions de génétique – et le suivi

(Rodrigues *et al.*, 2009). Plus récemment, un protocole de suivi a été lancé pour évaluer l'efficacité des programmes et projets développés par les membres du Pacte en matière d'écologie, de socioéconomie et de gestion, ainsi que pour identifier les principaux obstacles à une restauration réussie et fournir des solutions collectives (Pinto *et al.*, 2014).

Le Pacte pour la restauration de la forêt atlantique a été intégré non seulement dans des initiatives globales comme le Défi de Bonn, axé sur la restauration à grande échelle, mais aussi dans de nouvelles législations et politiques brésiliennes en faveur de la restauration forestière. Le développement de modèles innovants qui en découlent, et qui se proposent de transformer la restauration en une option d'utilisation des terres viable sur le plan économique, social et écologique, ouvre ainsi des perspectives prometteuses.

CONCLUSIONS

La restauration des écosystèmes à l'échelle du paysage est une partie essentielle des efforts visant à protéger la biodiversité et contribuer au développement durable. Pour être un succès à cet égard, la restauration des écosystèmes doit:

- aider à protéger l'intégrité des zones de végétation native existantes, y compris les aires protégées, en accroissant la taille de ces zones et en réduisant l'effet de bordure;
- accroître la connectivité du paysage, par exemple en ménageant des couloirs écologiques ou des «tremplins» entre zones de végétation native existantes, notamment les aires protégées;
- recourir à une vaste diversité d'espèces dans les zones restaurées, en prenant en compte la diversité génétique;
- compléter les efforts visant à réduire la dégradation et la perte d'habitat, en protégeant ainsi les restes de forêts anciennes et les autres habitats naturels presque vierges;
- être mise en œuvre d'une façon appropriée sur le plan écologique, en évitant, par exemple, de boiser les écosystèmes naturels non forestiers.

Des efforts sont nécessaires à l'échelle du paysage, en vue de gérer l'ensemble du système et non ses simples composantes

individuelles. Cela implique de considérer non seulement les composantes biophysiques, mais aussi les facteurs socioéconomiques intervenant dans la dégradation et la perte d'habitat de même que dans la restauration des écosystèmes. Une étape essentielle vers la réalisation de programmes de restauration des écosystèmes réussis consiste à développer des mécanismes de gouvernance qui permettent aux partisans de la restauration d'offrir de meilleures conditions et incitations aux activités de restauration, tout en créant des obstacles à la dégradation. Toutefois, surmonter les limites de type socioéconomique peut se révéler parfois encore plus un défi que s'attaquer aux facteurs biophysiques.

Des actions concertées pour la restauration écologique des paysages, forestiers et autres, de même que la conservation de la biodiversité dans les aires protégées et toute une gamme d'interventions complémentaires favorisant une production agricole, pastorale et forestière durable, aideront à répondre aux besoins d'aujourd'hui tout en garantissant un développement durable aux générations de demain. ♦



Références

- Aronson, J. et Alexander, S. 2013. Ecosystem restoration is now a global priority: time to roll up our sleeves. *Restoration Ecology*, 21(3): 293-296.
- Banks-Leite, C., Pardini, R., Tambosi, L.R., Pearse, W.D., Bueno, A.A., Bruscagin, R.T., Condez, T.H., Dixo, M., Igari, A.T., Martensen, A.C. et Metzger, J.P. 2014. Using ecological thresholds to evaluate the costs and benefits of set-asides in a biodiversity hotspot. *Science*, 345(6200): 1041-1045.
- Bozzano, M., Jalonen, R., Thomas, E., Boshier, D., Gallo, L., Cavers, S., Bordács, S., Smith, P. et Loo, J., éd. 2014. Genetic considerations in ecosystem restoration using native tree species. In Bozzano, M. et al. (éd.), *Genetic considerations in ecosystem restoration using native tree species*. State of the World's Forest Genetic Resources – Thematic Study (Rapport sur l'état des ressources génétiques forestières mondiales). Rome, FAO et Bioversity International (disponible sur <http://www.fao.org/3/a-i3938e.pdf>).
- Brancalion, P.H.S., Melo, F.P.L., Tabarelli, M. et Rodrigues, R.R. 2013a. Biodiversity persistence in highly human modified tropical landscapes depends on ecological restoration. *Tropical Conservation Science*, 6(6): 705-710.
- Brancalion, P.H.S., Melo, F.P.M., Tabarelli, M. et Rodrigues, R.R. 2013b. Restoration reserves as biodiversity safeguards in human-modified landscapes. *Natureza & Conservação*, 11(2): 186-190.
- Brancalion, P.H.S., Viani, R.A.G., Strassburg, B.B.N. et Rodrigues, R.R. 2012. Financer la restauration des forêts tropicales. *Unasylva*, 63(239): 25-34.
- Bullock, J.M., Aronson, J., Newton, A.C., Pywell, R.F. et Rey-Benayas, J.M. 2011. Restoration of ecosystem services and biodiversity. *Trends in Ecology and Evolution*, 26: 541-549.
- Chazdon, R.L., Harvey, C.A., Komar, O., Griffith, D.M., Ferguson, B.G., Martínez-Ramos, M., Morales, H., Nigh, R., Soto Pinto, L., van Breugel, M. et Philpott, S.M. 2009. Beyond reserves: a research agenda for conserving biodiversity in human modified tropical landscapes. *Biotropica*, 41(2): 142-153.
- Ervin, J., Mulongoy, K.J., Lawrence, K., Game, E., Sheppard, D., Bridgewater, P., Bennett, G., Gidda, S.B. et Bos, P. 2010. *Making protected areas relevant: a guide to integrating protected areas into wider landscapes, seascapes and sectoral plans and strategies*. CBD Technical Series No. 44 (Cahiers techniques de la CDB). Montréal, Canada, Convention sur la diversité biologique.
- Fahrig, L. 2001. How much habitat is enough? *Biological Conservation*, 100: 65-74.
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 34: 487-515.
- Ferraz, S., Ferraz, K.N.P.M.B., Cassiano, C.C., Brancalion, P.H.S., Luz, D.T.A., Azevedo, T.N., Tambosi, L.R. et Metzger, J.P. 2014. How good are tropical forest patches for ecosystem services provisioning? *Landscape Ecology*, 29(2): 187-200.
- Ferro, V.G., Lemes, P., Melo, A.S. et Loyola, R. 2014. The reduced effectiveness of protected areas under climate change threatens Atlantic Forest Tiger Moths. *PLoS One*, 9(9): e107792.
- Gardner T.A., Barlow, J., Chazdon, R., Ewers, R.M., Harvey, C.A., Peres, C.A. et Sodhi, N.S. 2009. Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. *Ecology Letters*, 12: 561-582.
- Hobbs, R.J., Higgs, E., Hall, C.M., Bridgewater, P., Chapin III, F.S., Ellis, E.C., Ewel, J.J., Hallett, L.M., Harris, J., Hulvey, K.B., Jackson, S.T., Kennedy, P.L., Kueffer, C., Lach, L., Lantz, T.C., Lugo, A.E., Mascaro, J., Murphy, S.D., Nelson, C.R., Perring, M.P., Richardson, D.M., Seastedt, T.R., Standish, R.J., Starzomski, B.M., Suding, K.N., Tognetti, P.M., Yakob, L. et Yung, L. 2014. Managing the whole landscape: historical, hybrid, and novel ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12(10): 557-564.
- Laurance, W.F. 2009. Conserving the hottest of the hotspots. *Biological Conservation*, 142(6): 1137.
- Latawiec, A.E., Strassburg, B.B.N., Brancalion, P.H.S., Rodrigues, R.R. et Gardner T. 2015. Creating space for large-scale restoration in tropical agricultural landscapes. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 13: 211-218.
- Loyola, R.D., Lemes, P., Faleiro, F.V., Trindade-Filho, J. et Machado, R.B. 2012. Severe loss of suitable climatic conditions for marsupial species in Brazil: challenges and opportunities for conservation. *PLoS One*, 7(9): e46257.
- Maron, M., Hobbs, R.J., Moilanen, A., Matthews, J.W., Christie, K., Gardner, T.A., Keith, D.A., Lindenmayer, D.B. et McAlpine, C.A. 2012. Faustian bargains? Restoration realities in the context of biodiversity offset policies. *Biological Conservation*, 155: 141-148.
- Melo, F.P., Arroyo-Rodríguez, V., Fahrig, L., Martínez-Ramos, M. et Tabarelli, M. 2013a. On the hope for biodiversity-friendly tropical landscapes. *Trends in Ecology and Evolution*, 28: 462-468.
- Melo, F.P.L., Pinto, S.R.R., Brancalion, P.H.S., Castro, P.S., Rodrigues, R.R., Aronson, J. et Tabarelli, M. 2013b. Priority setting for scaling-up tropical forest restoration projects: early lessons from the Atlantic Forest Restoration Pact. *Environmental Science & Policy*, 33: 395-404.
- Menz, M.H.M., Dixon, K.W. et Hobbs, R.J. 2013. Hurdles and opportunities for

- landscape scale restoration. *Science*, 339: 526-527.
- Pinto, S., Melo, F., Tabarelli, M., Padovesi, A., Mesquita, A., Scaramuzza, C.A., Castro, P., Carrascosa, H., Calmon, M., Rodrigues, R.R., César, G. et Brancalion, P.H.S.** 2014. Governing and delivering a biome-wide restoration initiative: The case of Atlantic Forest Restoration Pact in Brazil. *Forests*, 5: 2212-2229.
- PNUE-WCMC.** 2014. *Global statistics from the World Database on Protected Areas (WDPA)*. Cambridge, Royaume-Uni, Centre mondial de surveillance de la conservation du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE-WCMC).
- Rappaport, D.I., Tambosi, L.R. et Metzger, J.P.** 2015. A landscape triage approach: combining spatial and temporal dynamics to prioritize restoration and conservation. *Journal of Applied Ecology*, 52(3): 590-601.
- Rey Benayas, J.M., Newton, A.C., Diaz, A. et Bullock, J.M.** 2009. Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: a meta-analysis. *Science*, 325: 1121-1124.
- Ribeiro, M.C., Metzger, J.P., Martensen, A.C., Ponzoni, F.J. et Hirota, M.M.** 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, 142: 1141-1153.
- Rodrigues, R.R., Brancalion, P.H.S. et Isernhagen, I.** 2009. *Pacto Pela Restauração da Mata Atlântica: Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal*. São Paulo, Brésil, Instituto BioAtlântica.
- Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique (SCDB).** 2014. *Global Biodiversity Outlook 4*. Montréal, CDB.
- Tambosi, L.R., Martensen, A.C., Ribeiro, M.C. et Metzger, J.P.** 2014. A framework to optimize biodiversity restoration efforts based on habitat amount and landscape connectivity. *Restoration Ecology*, 22: 169-177.
- Thomas, E., Jalonen, R., Loo, J., Boshier, D., Gallo, L., Cavers, S., Bordács, S., Smith, P. et Bozzano, M.** 2014. Genetic considerations in ecosystem restoration using native tree species. *Forest Ecology and Management*, 333: 66-75.
- Veldman, J.W., Overbeck, G.E., Negreiros, D., Mahy, G., Le Stradic, S., Fernandes, G.W., Durigan, G., Buisson, E., Putz, F.E. et Bond, W.J.** 2015. Tyranny of trees in grassy biomes. *Science*, 347(6221): 484-485. ◆



© EVERETT THOMAS

Éviter l'échec en matière de restauration forestière: l'importance d'un matériel génétique diversifié et adapté au site

E. Thomas, R. Jalonen, J. Loo et M. Bozzano

Les chances de succès des interventions de restauration forestière peuvent être accrues en choisissant du matériel forestier de reproduction génétiquement diversifié et adapté aux sites de plantation.

Evert Thomas est Scientifique associé à Bioversity International, Cali, Colombie.
Riina Jalonen est Scientifique associée à Bioversity International, Serdang, Malaisie.
Judy Loo est Responsable du domaine scientifique à Bioversity International, Maccaresse, Italie.
Michele Bozzano est Coordonnateur du Programme européen pour les ressources génétiques forestières (EUFORGEN) à Bioversity International, Maccaresse, Italie.

INTRODUCTION

A lors que la communauté internationale et les différents pays se sont engagés à remettre en état des centaines de millions d'hectares de paysages forestiers dégradés¹, les succès et les échecs des précédents efforts de restauration demeurent mal documentés et communiqués. Il s'agit là d'une occasion manquée de tirer des enseignements de l'expérience acquise et d'améliorer les pratiques, en vue d'obtenir de meilleurs taux de réussite et d'utiliser plus efficacement

les ressources dans les projets de restauration futurs. Les études de cas montrent que les échecs ont été bien plus courants que les succès (Wuethrich, 2007; Godefroid *et al.*, 2011). Les causes de ces échecs peuvent être multiples. L'une des raisons souvent négligée est que l'origine et la qualité génétique du matériel forestier de reproduction (MFR) ne sont pas suffisamment prises en compte (Godefroid *et al.*, 2011; Le *et al.*, 2012). L'importance de la diversité génétique est liée non seulement à la valeur adaptative² des populations d'arbres

¹ <https://www.cbd.int/sp/targets>. <http://www.un.org/climatechange/summit/wp-content/uploads/sites/2/2014/07/New-York-Declaration-on-Forest-%E2%80%93-Action-Statement-and-Action-Plan.pdf>

En haut: Plants de pépinière destinés à l'établissement d'un test de descendance sur des espèces indigènes de la forêt tropicale sèche, Colombie



Résultat de la restauration des déblais d'une mine aurifère à Cáceres, Colombie, 12 ans après le démarrage (même site, avant et après). À l'origine, divers mélanges de semences de 20 espèces d'arbres avaient été plantés sur le site (Moscoso Higuita, 2005), qui abrite aujourd'hui 120 espèces différentes d'essences indigènes et une grande variété d'animaux sauvages, notamment des jaguars, des boas constrictors, des paresseux et plusieurs espèces de primates. Ce projet a obtenu une certification relative à diverses normes, comme les normes de vérification de carbone (ou standard VCS, de Verified Carbon Standard), les normes de l'Alliance climat, communauté et biodiversité, et le Gold standard, et est actuellement en train de faire des échanges d'unités de carbone vérifiées (>400 kt) sur le marché international du carbone. Grâce à cela, il est devenu le premier projet VCS à avoir vu le jour en Amérique du Sud, et le premier du monde, avec plus de 100 espèces d'arbres indigènes générant des crédits carbone (Thomas, 2014)

(Reed et Frankham, 2003; Schaberg *et al.*, 2008) mais aussi au fonctionnement plus global et à la résilience de l'écosystème (Gregorius, 1996; Reusch *et al.*, 2005; Sgrò *et al.*, 2011). Accorder la juste attention à la qualité génétique du MFR est essentiel en matière de restauration forestière, notamment dans les activités de plantation d'arbres qui visent à «rétablir des processus écologiques autogènes, grâce auxquels les populations d'espèces puissent s'organiser en communautés fonctionnelles et résilientes, capables de s'adapter à des conditions changeantes tout en fournissant des services écosystémiques vitaux» (Alexander *et al.*, 2011).

L'origine et la diversité génétique du MFR influencent considérablement la survie, la croissance et la productivité des arbres, de même que leur capacité d'adaptation, et par conséquent l'autonomie des populations d'arbres (Reed et Frankham, 2003; Schaberg *et al.*, 2008). Dans le cadre d'une méta-analyse portant sur l'introduction de quelque 250 espèces de plantes dans le monde, Godefroid *et al.* (2011) ont conclu

que là où l'on disposait de connaissances sur la diversité génétique des espèces, et que ces connaissances étaient intégrées dans le choix des sources de semences, le taux de survie des arbres s'accroissait considérablement dès la première année suivant leur réintroduction, et que cet effet ne faisait qu'augmenter avec le temps. L'importance de recourir à un germoplasme approprié a récemment été soulignée par la Conférence des Parties à la Convention sur la diversité biologique qui, lors de sa douzième rencontre, a appelé à «accorder l'attention voulue à la promotion de la diversité des espèces indigènes et de la diversité génétique dans les activités de conservation et de restauration des écosystèmes...» (Décision XII/19, 2014)³.

CONSÉQUENCES DU MANQUE DE DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE OU DE L'ORIGINE INADÉQUATE DU MATÉRIEL FORESTIER DE REPRODUCTION

Dans la sélection du MFR, deux considérations principales sont cruciales pour renforcer la résilience des forêts restaurées: le matériel de plantation devrait

(1) bien convenir aux conditions (présentes et escomptées) du site de plantation afin de garantir sa faculté d'adaptation, et (2) être suffisamment diversifié sur le plan génétique pour pouvoir éviter les effets négatifs de l'autofécondation, offrir assez de variantes génétiques pour permettre la sélection naturelle, et renforcer la résistance des populations établies aux agents de stress aigu et chronique tels que les ravageurs et les maladies, la sécheresse et d'autres effets du changement climatique progressif.

Les échecs liés à l'utilisation d'un MFR de mauvaise qualité peuvent se traduire de diverses manières: une forte mortalité initiale, des problèmes de croissance, une vulnérabilité aux agents de stress biotiques et abiotiques, et une faible reproduction une fois que les arbres sont parvenus à maturité. La forte mortalité initiale s'observe souvent au sein même de la période de plantation ou d'entretien des projets de restauration et il est alors possible d'y remédier en faisant une nouvelle plantation. Toutefois, la réussite de la replantation dépend des causes sous-jacentes de la mortalité observée et de la façon dont celles-ci sont bien prises en compte lors des nouvelles interventions. La plupart des autres types d'échec ne deviennent apparents que plus tard, en général bien longtemps après l'achèvement de la phase d'entretien du projet, et sont ainsi plus difficiles à contrer. Ainsi, les problèmes de croissance ou de survie dus à un MFR inadéquat ou à une faible diversité génétique peuvent ne devenir de plus en plus apparents que sur des décennies. La mortalité différée résultant d'agents de stress biotiques ou abiotiques peut ne se

² Pour une définition du terme «valeur adaptative», voir par exemple <http://www.fao.org/docrep/004/y2775f/y2775f0s.htm#bm28> (Glossaire de la biotechnologie pour l'alimentation et l'agriculture).

³ <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-12/cop-12-dec-19-fr.pdf>

manifester qu'après certains événements exceptionnels. Prenons pour exemple à cet égard le cas des 30 000 hectares de *Pinus pinaster* qui avaient été établis dans la région française des Landes avec du matériel de plantation provenant de la péninsule ibérique sensible au gel, et qui ont été détruits par le froid exceptionnel de l'hiver 1984/85 (Timbal *et al.*, 2005).

La diversité de la première génération d'arbres joue un rôle clé dans la réussite de la régénération naturelle qui s'ensuit sur un site. Les arbres de première génération qui ont été établis avec du MFR issu de populations sources génétiquement diversifiées mais récolté à partir d'un seul plant mère ou d'un petit nombre de plants mères génétiquement différents, grandiront normalement. Cependant, nombre des arbres plantés seront frères ou demi-frères, ce qui conduira à une descendance autofécondée à la génération suivante, laquelle pourrait se traduire par une moindre valeur adaptative (Reed et Frankham, 2003; McKay *et al.*, 2005). Les premiers signes des effets néfastes du croisement entre parents deviennent souvent visibles lorsque les arbres atteignent l'âge voulu pour se reproduire, et ils se manifestent par une chute qualitative et quantitative des semences ainsi que par une diminution de la germination et du taux de survie des jeunes pousses. Aux générations suivantes, cela peut compromettre la résilience et la viabilité à long terme des forêts restaurées. Par exemple, dans le Sabah (Malaisie), une réduction significative de la croissance a été observée chez les plants autofécondés de deuxième et troisième génération d'*Acacia mangium*, comparés aux arbres mères introduits en 1967 à partir d'un MFR australien ayant une base génétique très étroite (Sim, 1984). La dépression consanguine s'exprime plus communément dans les environnements plus stressants, comme les milieux caractérisés par des sols dégradés que l'on trouve sur la plupart des sites de restauration (Fox et Reed, 2010). En l'absence d'un afflux de nouveaux gènes (que le flux génétique soit naturel ou influencé par l'homme), cela peut mener à des effets en cascade de génération en génération, accroissant ainsi le risque d'un effondrement à long terme de la population et de l'écosystème, du fait de la moindre vigueur des arbres et d'une vulnérabilité accrue aux ravageurs, aux

pathogènes et aux effets du changement climatique. De tels problèmes se produisent lorsque le matériel de plantation est multiplié par voie végétative et provient d'un nombre exigu d'arbres.

En dépit de ces risques, les praticiens de la restauration forestière du monde entier ne prêtent pas une attention suffisante à la sélection d'un matériel de plantation approprié (Bozzano *et al.*, 2014). À l'avenir, il est fort probable que le recours à un matériel inadéquat s'amplifie, du fait de l'expérience limitée à cet égard des nombreux acteurs émergents qui visent des objectifs de restauration en réponse aux grands engagements internationaux. Pour éviter cela, il faudra avoir à disposition et adopter de façon généralisée des outils et des protocoles conviviaux, axés sur les connaissances, en vue de guider les praticiens dans le choix des espèces et des sources de semences. Si de tels outils et protocoles ne sont pas suivis, on peut s'attendre à ce que les critères de choix soient essentiellement opportunistes (à savoir centrés sur le matériel de plantation facilement accessible et disponible), du moins dans le court terme. Une enquête menée par 23 chercheurs et experts de la restauration a révélé que la sélection des espèces était effectuée en fonction de la disponibilité du matériel de plantation plus fréquemment, par exemple, qu'en fonction de l'état de conservation des espèces ou de leurs caractéristiques fonctionnelles (Bozzano *et al.*, 2014).

S'ASSURER QUE LE MFR EST GÉNÉTIQUEMENT DIVERSIFIÉ

L'adaptation aux conditions changeantes d'un site advient à travers la sélection naturelle. Une sélection naturelle efficace dépend de (i) la diversité des caractères génétiques, qui influe sur la survie, la croissance et la reproduction; (ii) l'héritabilité de ces caractères; et (iii) la grande taille de la population. Lorsque l'intention est d'établir au travers de la restauration des écosystèmes forestiers autonomes, il est crucial que le processus d'approvisionnement à la source ou de récolte de MFR soit mené de façon à rassembler une vaste diversité de caractéristiques importantes pour l'adaptation chez les espèces cibles. Cela signifie que les semences doivent être récoltées sur des populations suffisamment vastes et à partir de plants mères nombreux

et non liés entre eux, ce qui revient à utiliser un minimum de 30 à 60 arbres bien espacés, ou plus s'il s'agit de propagules végétatives (Kindt *et al.*, 2006; Basey *et al.*, 2015). Il faudrait s'efforcer d'éviter l'emploi successif de semences issues des peuplements plantés, génétiquement peu diversifiés (Lengkeek *et al.*, 2005), car cela pourrait exacerber les effets de l'étroitesse de la base génétique sur les populations suivantes. De même, là où la restauration dépend principalement de la régénération naturelle, les sources de semences proches du site doivent être diversifiées sur le plan génétique.

Bien qu'il existe des lignes directrices pour la récolte de semences forestières visant à assurer un niveau minimum de diversité génétique, celles-ci semblent largement méconnues ou sont négligées par les praticiens de la restauration ou par ceux qui s'occupent de l'approvisionnement en germoplasme (Bozzano *et al.*, 2014; Godefroid *et al.*, 2011). Cela est probablement dû en partie au fait que leur mise en œuvre peut apparaître exigeante à la fois en temps et en ressources, et en partie au fait que l'homogénéité génétique n'est pas immédiatement visible tandis que ses effets négatifs ne se manifestent qu'avec le temps (Rogers et Montalvo, 2004; FAO, 1987; FAO, 2003; Palmberg, 1983).

Un argument supplémentaire en faveur de l'utilisation d'un germoplasme diversifié sur le plan génétique est que les forêts restaurées sont susceptibles de devenir à l'avenir des sources de semences pour de nouvelles activités de restauration. En outre, si elles sont bien conçues, les interventions de restauration offrent des opportunités rentables pour la conservation des espèces d'arbres indigènes et de leur variation génétique (Sgrò *et al.*, 2011). Cela est particulièrement utile pour les espèces rares, endémiques ou menacées, pour lesquelles le germoplasme adéquat disponible est souvent très limité. Conserver une trace de la provenance du MFR est essentiel, de façon à étayer les décisions futures en matière de récolte et gestion. De tels registres fournissent aussi des renseignements précieux sur l'adaptabilité et la viabilité du MFR original, au fur et à mesure que les forêts restaurées grandissent et qu'il devient possible d'évaluer leur valeur adaptative (Rogers et Montalvo, 2004; Godefroid *et al.*, 2011; Breed *et al.*, 2013).

Arbres de *Parkia biglobosa* établis dans le cadre d'un test de provenance mené par le Centre national de semences forestières (CNSF) du Burkina Faso sur le site de Gonsé, en 1995. Le test comprenait 15 provenances pour l'éventail d'espèces. Tous les arbres ont été plantés en même temps avec du matériel de plantation d'origine différente. L'arbre au premier plan montre des signes d'une difficulté d'adaptation aux conditions environnementales du site de plantation

S'ASSURER DE L'ADÉQUATION AU SITE DE PLANTATION

Le germoplasme ne devrait pas seulement être diversifié sur le plan génétique, il devrait aussi être adapté aux conditions actuelles et futures du site de plantation. On constate à l'heure actuelle une préférence affichée pour le matériel de plantation provenant de sources locales (McKay *et al.*, 2005; Sgrò *et al.*, 2011; Breed *et al.*, 2013). Cette propension part du présupposé que les populations d'arbres locales ont déjà effectué leur sélection naturelle et qu'elles présentent donc une adéquation optimale aux conditions d'un site de restauration voisin, une hypothèse qui ne se révèle pas toujours exacte (McKay *et al.*, 2005). Un accent excessif mis sur le germoplasme «local» peut en effet faire perdre de vue que la proximité géographique du site de restauration n'est pas nécessairement le meilleur indicateur de la qualité ou de l'adéquation du germoplasme. L'adaptation pourrait, par exemple, être entravée par le flux génétique⁴ limité ou la dérive génétique⁵ pouvant advenir dans les populations de petite taille. Sur les sols dégradés qui caractérisent souvent les sites de restauration, les conditions pourraient être bien différentes de celles dans lesquelles les essences locales se sont développées à l'origine. Par ailleurs, les mosaïques environnementales sont telles



© B. VINCENTI

que des sites distants l'un de l'autre peuvent présenter des conditions similaires, tandis que les conditions de sites voisins peuvent se révéler fort différentes.

Idéalement, le choix des sources de semences convenant le mieux à un site de restauration donné devrait être guidé par des tests – ou essais – de provenance, si et quand ils existent. Ces tests nous permettent de mieux comprendre les différences de réaction entre divers génotypes grandissant dans un environnement particulier. C'est ce qu'on appelle l'interaction entre le génotype et l'environnement (GxE). Certains génotypes peuvent se révéler très stables dans toute une série d'environnements,

tandis que d'autres peuvent être plus performants dans certains environnements que dans d'autres. L'ampleur et la typologie de l'interaction GxE influent sur les distances sur lesquelles le matériel de plantation peut être déplacé en toute sécurité à partir de son milieu d'origine.

Les essais de provenance permettent tout particulièrement aux praticiens de la restauration d'en savoir plus sur l'ampleur et l'étendue de l'adaptation locale des espèces d'arbres. Bien que nombre des tests de provenance actuels n'aient pas été intentionnellement conçus pour définir les caractéristiques de l'adaptation des différentes provenances, la survie et la

⁴ C'est-à-dire l'échange de gènes entre populations, généralement à travers la pollinisation.

⁵ C'est-à-dire un changement de la fréquence allélique d'une génération à l'autre à l'intérieur d'une population, dû à l'échantillonnage d'un nombre déterminé de gènes, inévitable dans toutes les populations d'une taille déterminée. Plus la population est petite, plus grande est la dérive génétique, qui se traduit par la perte d'un certain nombre d'allèles et l'amoinissement de la diversité génétique. Voir par exemple: http://www.biodiversityinternational.org/uploads/tx_news/Forest_genetic_resources_conservation_and_management__overview__concepts_and_some_systematic_approaches__Vol_1_1018.pdf

croissance sont toujours évaluées dans ce type d'essais, or il s'agit là de mesures basiques de l'adaptation à un site de plantation (Mátyás, 1994). Ces tests peuvent ainsi aider à déterminer les sources appropriées à la plantation sur un site donné, ainsi que la fourchette au sein de laquelle le matériel de reproduction d'une espèce peut être déplacé sans que le processus d'adaptation n'entraîne une perte significative (limites de la tolérance écologique).

Globalement, quelque 700 espèces d'arbres font l'objet de programmes d'amélioration d'un certain niveau, comme les tests portant sur la sélection, la provenance et/ou la descendance (FAO, 2014). Si les tests de provenance les plus anciens portaient sur des espèces des zones tempérées, établies aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur de leurs aires de répartition naturelles en vue de plantations industrielles, de nouveaux essais ont plus récemment été mis en place pour des espèces des zones tropicales, notamment celles qui permettent l'approvisionnement en produits forestiers non ligneux. Même s'il n'existe

pas d'essais de provenance au moment de la plantation, il vaut la peine d'investir dans leur établissement, en particulier à la lueur du changement climatique prévu dans la mesure où ces tests donnent des informations sur la capacité d'adaptation des sources aux conditions climatiques changeantes durant toute la durée de vie des arbres. Idéalement, les tests de provenance devraient couvrir toute la gamme des milieux dans lesquels l'espèce apparaît et où elle pourrait être plantée. Les conditions des sites de restauration diffèrent souvent substantiellement de celles des forêts avoisinantes. Les sites dégradés tendent à être plus enclins à la sécheresse, à présenter des sols pauvres en nutriments ou à souffrir du manque de certaines espèces qui feraient normalement partie de l'écosystème forestier si celui-ci fonctionnait bien. Ces facteurs devraient donc être pris en compte dans la conception des futurs tests de provenance.

En l'absence de données résultant de tests de provenance, la modélisation de l'adéquation aux conditions environnementales et les analyses écogéographiques, sur le site de plantation de même que sur les sites susceptibles de fournir le germoplasme, offrent une approche alternative pour la

sélection de sources de semences adaptées. Le cas échéant, la caractérisation génétique des potentielles populations sources au moyen de l'application de marqueurs moléculaires peut apporter des informations complémentaires sur les profils de diversité génétique de ces populations, ainsi que sur le degré de différenciation génétique existant entre elles (Soldati *et al.*, 2013; Azpilicueta *et al.*, 2013). Les avancées récentes de la modélisation de l'adéquation et la disponibilité croissante de techniques de génotypage⁶ permettent de mieux concevoir les interventions de restauration à l'échelle du paysage, non seulement pour choisir un MFR convenant bien au site de plantation, mais aussi pour optimiser la connectivité des populations (McRae et Beier, 2007).

AMÉLIORER LA RÉSILIENCE FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Le changement climatique aura un fort impact sur de nombreux sites de restauration. Et pourtant, à l'heure actuelle, peu de praticiens de la restauration semblent

Apparition de jeunes plants de *Cariniana pyriformis*, une espèce d'arbre en danger critique



© EVERT THOMAS

⁶ C'est-à-dire la définition de populations biologiques en fonction des séquences d'ADN au moyen d'outils moléculaires.

prendre en compte les prévisions relatives au climat dans leurs projets et leurs réalisations (Bozzano *et al.*, 2014). Les sites forestiers dégradés constituent en général des environnements difficiles pour l'établissement et la croissance des jeunes plants. Lorsqu'en parallèle le climat se fait plus rude, les propagules naturelles ou plantées subissent une pression encore plus forte en termes de sélection. Les espèces d'arbres présentent généralement une forte variation génétique des caractéristiques de l'adaptation, constituant un potentiel d'adaptation latent qui ne s'exprime que lorsque les conditions changent (Gamache et Payette, 2004; Alfaro *et al.*, 2014). Toutefois, dans de nombreux cas, cela pourrait ne pas suffire à garantir la viabilité des populations d'arbres locales. L'introduction de germoplasme récolté auprès de populations plus distantes pourrait par conséquent se révéler nécessaire.

Un nombre croissant d'études recommandent d'utiliser des semences provenant de multiples sources pour anticiper les impacts potentiels du changement climatique (Broadhurst *et al.*, 2008; Sgrò *et al.*, 2011; Breed *et al.*, 2013). Des arbres de décision ont été développés en vue de sélectionner l'approche d'approvisionnement en semences la plus appropriée, selon les données et les limites de confiance du modèle de répartition du climat, et les connaissances sur la génétique des populations et/ou les différences environnementales entre populations (Breed *et al.*, 2013; Byrne *et al.*, 2011). Si l'interaction GxE et le changement climatique escompté sont tous les deux connus et censés être faibles à l'avenir, un mélange de germoplasme obtenu à partir de populations d'arbres locales en bonne santé devrait suffire. Dans le cas, beaucoup plus courant, où l'interaction GxE ou le changement climatique sont inconnus, la provenance composite est apparue comme une stratégie susceptible d'accroître le potentiel d'adaptation du matériel de plantation (Broadhurst *et al.*, 2008; Sgrò *et al.*, 2011; Breed *et al.*, 2013). La provenance composite vise à stimuler la dynamique naturelle du flux génétique en mêlant: (i) une forte proportion de matériel issu de sources locales de semences, provenant d'un éventail de

conditions environnementales de la même zone ou de zones voisines, avec (ii) une proportion moyenne de matériel venant de distances intermédiaires et écologiquement compatible (notamment du matériel issu de milieux plus chauds et non plus froids) et (iii) une faible proportion de germoplasme venant de populations éloignées et différentes sur le plan écologique. Dans les situations où il existe une forte probabilité que le changement climatique soit substantiel, mais où l'interaction GxE est moins connue, l'approche du mélange de provenances a été proposée (Breed *et al.*, 2013). Dans le cas du mélange de provenances, la récolte de semences est axée sur une large sélection de génotypes à partir de vastes populations présentes dans des environnements divers, sans qu'il y ait une propension spatiale vers le site de revégétation et sans se préoccuper de la dynamique du flux génétique (Breed *et al.*, 2013). Cette approche vise à créer un réservoir génétique ample et très diversifié, de façon à laisser la sélection naturelle «choisir» les génotypes les mieux adaptés.

Dans certains cas, on s'attend à ce que les conditions de l'habitat soient altérées à tel point par le changement climatique et les divers facteurs en interaction – comme le morcellement résultant du changement d'utilisation des terres – qu'un déplacement délibéré du MFR le long des gradients environnementaux, au-delà de la distance maximale de la dispersion naturelle ou du transfert de pollen, pourrait se révéler indispensable (Aitken *et al.*, 2008; Sgrò *et al.*, 2011). Idéalement, les décisions de translocation devraient s'appuyer sur des données solides issues de tests de terrain. Le transfert de provenances qui s'appuie exclusivement sur la modélisation de la répartition du climat est encore controversé (Seddon, 2010; Sgrò *et al.*, 2011). Cela est dû à des incertitudes concernant aussi bien les modèles de distribution des espèces que les modèles climatiques futurs (Alfaro *et al.*, 2014). Dans les situations où l'on ne dispose pas de données issues de tests de provenance, les approches de la provenance composite ou du mélange de provenances décrites plus haut pourraient apparaître plus prudentes (Breed *et al.*, 2013).

DISPONIBILITÉ ET FOURNITURE DU MATÉRIEL DE PLANTATION

Le matériel de plantation de loin le plus utilisé pour la restauration consiste dans les plants de pépinière, en partie parce que cela accroît les chances de réussite de l'établissement (Godefroid *et al.*, 2011). Par conséquent, la possibilité d'utiliser des combinaisons d'espèces et un germoplasme optimaux, à la fois adaptés aux conditions du site et diversifiés sur le plan génétique, est souvent limitée dans la pratique par ce qui est effectivement disponible dans les pépinières commerciales. Les collecteurs de semences et les pépinières (qu'il s'agisse du secteur privé ou public) sont mus par des considérations économiques et produisent ce qu'ils s'attendent à vendre. Les gestionnaires de pépinières réduisent souvent au minimum le nombre d'espèces qu'ils traitent, pour des raisons concernant en particulier l'accès aux sources de semences et leur disponibilité, les efforts mis en œuvre pour simplifier la gestion, le risque d'invendu dans la production, ou le manque de protocoles appropriés pour de nouvelles espèces (par exemple pour la rupture du repos végétatif) (Lillesø *et al.*, 2011). Une solution consiste à ce que la mise en place de pépinières fasse partie intégrante des interventions de restauration. Cela permettrait de diminuer la dépendance des praticiens de la restauration à l'égard des aléas et aspects pratiques de l'approvisionnement des pépinières commerciales, mais cela requiert qu'il y ait une formation adéquate des collecteurs de semences et du personnel des pépinières, si l'on veut garantir la qualité du MFR obtenu.

Les praticiens de la restauration qui envisagent de se procurer le matériel de plantation auprès de pépinières existantes devraient communiquer très tôt avec les gestionnaires de celles-ci, de façon à laisser assez de temps pour permettre la propagation des espèces souhaitées et l'application de normes de collecte de semences favorisant la diversité génétique. Pour leur part, les pouvoirs publics devraient exiger que les pépinières et les praticiens de la restauration exercent la diligence requise dans la récolte et la production du matériel de plantation destiné aux projets de

restauration, qui sont souvent financés par des fonds publics. Les pays doivent aussi investir davantage dans la mise en place de systèmes de distribution de semences fonctionnels, de façon à garantir la disponibilité d'un matériel de plantation approprié quel que soit le site de restauration.

RECOMMANDATIONS

La restauration ne devrait pas avoir exclusivement des visées quantitatives. Il est essentiel qu'elle ait des objectifs qualitatifs si l'on veut s'assurer que les paysages forestiers restaurés soient résilients et autonomes. Cela signifie qu'il faut accorder l'attention requise à l'origine et à la diversité du MFR.

Il apparaît urgent d'œuvrer au développement, à l'application et à l'emploi généralisé de directives et protocoles conviviaux visant à aider les nouveaux praticiens de la restauration dans le choix des espèces et des sources de MFR.

Un engagement politique fort est également nécessaire, pour créer une demande et garantir la disponibilité de semences issues de sources adéquates et diversifiées d'espèces indigènes, au moyen de cadres réglementaires et d'allocations de ressources. Les projets de restauration financés par le secteur public devraient exiger que les pépinières exercent la diligence requise en ce qui concerne la récolte et la production du matériel de plantation convenant le mieux aux sites de restauration visés.

Il est temps que les pays, surtout dans les tropiques, investissent dans la mise en place de tests de provenance sur des espèces indigènes dans différents gradients environnementaux, dans la mesure où ces tests fournissent les données les plus fiables quant à l'adéquation du germoplasme à des sites particuliers et quant aux prévisions relatives à la façon dont cela pourrait changer en conséquence du réchauffement global.

Il sera essentiel de mettre en pratique une gestion adaptative en documentant les expériences et en faisant part non seulement des succès mais aussi des erreurs et des échecs de la restauration des paysages forestiers, à la fois pour capitaliser les connaissances existantes et pour intégrer

en continu les nouvelles connaissances au fur et à mesure qu'elles deviennent disponibles.

Remerciements

Cet article est adapté de: Thomas, E., Jalonen, R., Loo, J., Boshier, D., Gallo, L., Cavers, S., Bordács, S., Smith, P. et Bozzano, M. 2014. Genetic considerations in ecosystem restoration using native tree species. *Forest Ecology and Management*, 333: 66-75. Cet article, de même que l'étude thématique de fond sur laquelle il s'appuie (Bozzano, M., Jalonen, R., Thomas, E., Boshier, D., Gallo, L., Cavers, S., Bordács, S., Smith, P. et Loo, J. (éds.) 2014. *Genetic considerations in ecosystem restoration using native tree species*. State of the World's Forest Genetic Resources – Thematic Study. Rome, FAO et Bioversity International), ont été préparés avec le soutien de la FAO et du programme de recherche du CGIAR sur les forêts, les arbres et l'agroforesterie. ♦



Références

- Aitken, S.N., Yeaman, S., Holliday, J.A., Wang, T. et Curtis-McLane, S.** 2008. Adaptation, migration or extirpation: climate change outcomes for tree populations. *Evolutionary Applications*, 1(1): 95-111.
- Alexander, S., Aronson, J., Clewell, A., Keenleyside, K., Higgs, E., Martinez, D., Murcia, C. et Nelson, C.** 2011. Re-establishing an ecologically healthy relationship between nature and culture: the mission and vision of the society for ecological restoration. In SCBD, éd. *Contribution of ecosystem restoration to the objectives of the CBD and a healthy planet for all people. Abstracts of posters presented at the 15th Meeting of the Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice of the Convention on Biological Diversity*, pp. 7-11. Montréal, Canada, Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique (SCDB).
- Alfaro, R.I., Fady, B., Vendramin, G.G., Dawson, I.K., Fleming, R.A., Saenz-Romero, C., Lindig-Cisneros, R.A., Murdock, T., Vinceti, B., Navarro, C.M., Skrøppa, T., Baldinelli, G., El-Kassaby, Y.A. et Loo, J.** 2014. The role of forest genetic resources in responding to biotic and abiotic factors in the context of anthropogenic climate change. *Journal of Forest Ecology and Management*, 333: 76-87.
- Azpilicueta, M.M., Gallo, L.A., van Zonneveld, M., Thomas, E., Moreno, C. et Marchelli, P.** 2013. Management of *Nothofagus* genetic resources: definition of genetic zones based on molecular data. *Forest Ecology and Management*, 302: 414-424.
- Basey, A.C., Fant, J.B. et Kramer, A.T.** 2015. Producing native plant materials for restoration: 10 rules to collect and maintain genetic diversity. *Native Plants Journal*, 16: 37-53.
- Bozzano, M., Jalonen, R., Thomas, E., Boshier, D., Gallo, L., Cavers, S., Bordács, S., Smith, P. et Loo, J. (éds.)** 2014. *Genetic considerations in ecosystem restoration using native tree species*. State of the World's Forest Genetic Resources – Thematic Study (Rapport sur l'état des ressources génétiques forestières mondiales). Rome, FAO et Bioversity International.
- Breed, M.F., Stead, M.G., Ottewell, K.M., Gardner, M.G. et Lowe, A.J.** 2013. Which provenance and where? Seed sourcing strategies for revegetation in a changing environment. *Conservation Genetics*, 14: 1-10.
- Broadhurst, L.M., Lowe, A., Coates, D.J., Cunningham, S.A., McDonald, M., Vesk, P.A. et Yates, C.** 2008. Seed supply for broad-scale restoration: maximising evolutionary potential. *Evolutionary Applications*, 1: 587-597.
- Byrne, M., Stone, L. et Millar, M.A.** 2011. Assessing genetic risk in revegetation. *Journal of Applied Ecology*, 48: 1365-1373.
- FAO.** 1987. Informations à fournir (dans la mesure du possible) lors de commandes de semences destinées à l'expérimentation. *Informations sur les ressources génétiques forestières n° 15* (disponible sur <http://www.fao.org/docrep/006/s4009f/S4009F10.htm#ch10>).
- FAO.** 2003. *Forest reproductive material: an overview*. Forest Genetic Resources Working

- Paper FGR/72E. Rome (disponible sur <http://www.fao.org/docrep/005/AD093E/AD093E00.HTM>).
- FAO.** 2014. *The State of the World's Forest Genetic Resources*. (Rapport sur l'état des ressources génétiques forestières mondiales) Rome.
- Fox, C.W. et Reed, D.H.** 2010. Inbreeding depression increases with environmental stress: an experimental study and meta-analysis. *Evolution*, 65: 246-258.
- Gamache, I. et Payette, S.** 2004. Height growth response of tree line black spruce to recent climate warming across the forest-tundra of eastern Canada. *Journal of Ecology*, 92: 835-845.
- Godefroid, S., Piazza, C., Rossi, G., Buord, S., Stevens, A.-D., Aguraiuja, R., Cowell, C., Weekley, C.W., Vogg, G., Iriondo, J., Johnson, I., Dixon, B., Gordon, D., Magnanon, S., Valentin, B., Bjoreke, K., Koopman, R., Vicens, M., Virevaire, M. et Vanderborcht, T.** 2011. How successful are plant species reintroductions? *Biological Conservation*, 144(2): 672-682.
- Gregorius, H.** 1996. The contribution of the genetics of populations to ecosystem stability. *Silvae Genetica*, 45: 267-271.
- Kindt, R., Lillesø, J.P.B., Mbora, A., Muriuki, J., Wambugu, C., Frost, W., Beniét, J., Aithal, A., Awimbo, J., Rao, S. et Holding-Anyonge, C.** 2006. *Tree seeds for farmers: a toolkit and reference source*. Nairobi. Centre mondial d'agroforesterie (disponible sur <http://www.worldagroforestry.org/sites/default/files/Toolkit.pdf>).
- Lamb, D.** 2012. Forest restoration – the third big silvicultural challenge. *Journal of Tropical Forest Science*, 24: 295-299.
- Le, H.D., Smith, C., Herbohn, J. et Harrison, S.** 2012. More than just trees: assessing reforestation success in tropical developing countries. *Journal of Rural Studies*, 28: 5-19.
- Lengkeek, A., Jaenicke, H. et Dawson, I.** 2005. Genetic bottlenecks in agroforestry systems: results of tree nursery surveys in East Africa. *Agroforestry Systems*, 63: 149-155.
- Lillesø, J.-P.B., Graudal, L., Moestrup, S., Kjær, E.D., Kindt, R., Mbora, A., Dawson, I., Muriuki, J., Ræbild, A. et Jamnadass, R.** 2011. Innovation in input supply systems in smallholder agroforestry: seed sources, supply chains and support systems. *Agroforestry Systems*, 83: 347-359.
- Mátyás, C.** 1994. Modeling climate change effects with provenance test data. *Tree Physiology*, 14: 797-804.
- McKay, J.K., Christian, C.E., Harrison, S. et Rice, K.J.** 2005. «How local is local?» A review of practical and conceptual issues in the genetics of restoration. *Restoration Ecology*, 13: 432-440.
- McRae, B.H. et Beier, P.** 2007. Circuit theory predicts gene flow in plant and animal populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 104: 19885-19890.
- Moscoso Higueta, L.** 2005. Reforestation: a natural process. Medellín, Colombie, Editorial Colina.
- Palmberg, C.** 1983. Commandes de semences: conseils de la FAO. *Informations sur les ressources génétiques forestières n° 12* (disponible sur <http://www.fao.org/docrep/006/q5987f/q5987f15.htm#ch15>).
- Reed, D.H. et Frankham, R.** 2003. Correlation between fitness and genetic diversity. *Conservation Biology*, 17: 230-237.
- Reusch, T., Ehler, A., Hammerli, A. et Worm, B.** 2005. Ecosystem recovery after climatic extremes enhanced by genetic diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 102: 2826-2831.
- Rogers, D.L. et Montalvo, A.M.** 2004. *Genetically appropriate choices for plant materials to maintain biological diversity*. Report to the USDA Forest Service. Rocky Mountain Region, Lakewood, Université de Californie.
- Schaberg, P., De Hayes, D., Hawley, G. et Nijensohn, S.** 2008. Anthropogenic alterations of genetic diversity within tree populations: implications for forest ecosystem resilience. *Forest Ecology and Management*, 256: 855-862.
- Seddon, P.** 2010. From reintroduction to assisted colonization: moving along the conservation translocation spectrum. *Restoration Ecology*, 18: 796-802.
- Sgrò, C.M., Lowe, A.J. et Hoffmann, A.A.** 2011. Building evolutionary resilience for conserving biodiversity under climate change. *Evolutionary Applications*, 4: 326-337.
- Sim, B.L.** 1984. The genetic base of *Acacia mangium* Willd. in Sabah. In R.D. Barnes et G.L. Gibson, éd. *Provenance and genetic improvement strategies in tropical forest trees*, pp 597-603. Mutare, Zimbabwe et Oxford, Royaume-Uni, Commonwealth Forestry Institute; Harare, Zimbabwe, Forest Research Centre.
- Soldati, M.C., Fornes, L., Van Zonneveld, M., Thomas, E. et Zelener, N.** 2013. An assessment of the genetic diversity of *Cedrelabalansae* (Meliaceae) in Northwest Argentina by means of combined used of SSR and AFLP molecular markers. *Biochemical Systematics and Ecology*, 47: 45-55.
- Thomas, E.** 2014. Forest devastated by mining is reborn. *Nature*, 511: 155.
- Timbal, J., Bonneau, M., Landmann, G., Trouvilliez, J. et Bouhot-Delduc, L.** 2005. European non boreal conifer forests. In F.A. Andersson, éd. *Ecosystems of the world (6): Coniferous forests*, pp. 131-162. Amsterdam, Pays-Bas, Elsevier.
- Wuethrich, B.** 2007. Biodiversity. Reconstructing Brazil's Atlantic rainforest. *Science*, 315: 1070-1072. ◆



© FAO/GIULIO NAPOLITANO

La restauration des paysages forestiers dégradés dans les zones arides: lignes directrices et perspectives

N. Berrahmouni, M. Parfondry, P. Regato et A. Sarre

Les forêts sont un facteur clé de la résilience dans les zones arides; cependant, de vastes superficies de forêts et terres boisées de ces zones sont dégradées et appellent à être restaurées de toute urgence.

Nora Berrahmouni est Experte forestière chargée des zones arides au Département des forêts de la FAO.

Marc Parfondry est Expert forestier auprès du programme Forêts et foresterie en zones arides de la FAO.

Pedro Regato est biologiste, docteur en écologie forestière, et travaille comme consultant auprès de la FAO, l'IFAD, le WWF, Birdlife et d'autres organisations.

Alastair Sarre est auteur, éditeur et analyste des politiques, spécialisé en politiques forestières internationales.

QUE SONT LES TERRES ARIDES ET POURQUOI DOIVENT-ELLES ÊTRE RESTAURÉES?

Les terres arides sont caractérisées par la rareté de l'eau, qui affecte les écosystèmes naturels et gérés, limitant l'élevage de même que l'agriculture, la production de fourrage et de bois et la fourniture de divers services écosystémiques (Évaluation des écosystèmes pour le Millénaire, 2005). Représentant 41 pour cent de la surface terrestre et accueillant 2 milliards de personnes (PNUD-CCD, 2011), les zones arides sont confrontées à de multiples défis. Les changements d'utilisation des terres et l'évolution des pratiques, par exemple la transformation des parcours et d'autres systèmes sylvopastoraux en terres de culture, le gaspillage et la consommation non viable d'eau, les pratiques non

durables d'agriculture et d'élevage, et la surexploitation des ressources forestières, notamment le bois de feu et les produits forestiers non ligneux, sont en train de conduire à la dégradation des terres et à la désertification, aux pénuries d'eau et à des pertes majeures en termes de services environnementaux. On estime que 10 à 20 pour cent des terres arides de la planète souffrent d'une ou de plusieurs formes de dégradation (Évaluation des écosystèmes pour le Millénaire, 2005), et l'on s'attend à ce que le changement climatique accroisse l'incidence d'événements météorologiques extrêmes, tels que les sécheresses, exacerbant la désertification et réduisant la productivité des terres.

En haut: Rareté de l'eau – éleveurs et troupeaux se rassemblant près d'un puits dans une zone asséchée du lac Magadi, Kenya

En raison du rôle écologique, social et économique crucial qu'ils jouent en zone aride, les forêts, les systèmes de production agrosylvopastoraux et les arbres sont essentiels pour relever les défis mentionnés ci-dessus. Ils sont également un facteur de résilience clé face aux changements et à la variabilité du climat – voir les complexes interactions, ainsi que leurs effets et retombées, qui existent entre tendances du changement climatique, croissance démographique, consommation, consommation énergétique, changements d'utilisation des terres et pollution. De vastes superficies de forêts et terres boisées des zones arides sont toutefois dégradées et appellent à être restaurées de toute urgence.

Les actions de restauration en zone aride peuvent aller d'activités sur le terrain, comme la protection des habitats, la gestion durable des ressources naturelles, la régénération naturelle assistée, la stabilisation des dunes de sable, l'ensemencement et la plantation d'arbres, arbustes et herbes dans des buts multiples, à des mesures telles que l'amélioration des politiques, la mise à disposition d'incitations économiques, le développement des capacités, la formation continue et le suivi. Pour être efficace et durable, la restauration des terres arides devrait être abordée à l'échelle du paysage car la fonctionnalité

et la durabilité de ces terres – en termes à la fois écologiques et socioéconomiques –, plus que partout ailleurs, dépendent de la disponibilité saisonnière de ressources limitées, comme l'eau et la biomasse, sur de vastes territoires; elles dépendent aussi des déplacements des personnes sur de longues distances (voir par exemple la transhumance en amont et en aval ou d'autres mouvements dans l'espace associés au mode de vie nomade) et des stratégies que les populations, le bétail et les animaux sauvages ont élaboré au fil des âges pour accéder à ces ressources et garantir leur viabilité écologique et socioéconomique.

UN PROCESSUS COLLABORATIF MENÉ PAR LES PAYS: ÉVALUATION, SUIVI ET APPRENTISSAGE

À la demande des pays membres, la FAO, en collaboration avec ses partenaires, a lancé l'Initiative pour la restauration des zones arides, dans le but de rassembler, évaluer et partager les connaissances acquises dans les actions de restauration des terres arides à travers le monde. Ce processus s'est traduit par l'élaboration de lignes directrices pour la restauration des paysages forestiers dégradés en zones arides, consignées dans le volume *Global guidelines for the restoration of degraded forests and landscapes in drylands*, qui

visent à améliorer les moyens d'existence des populations et à renforcer la résilience des paysages forestiers dans ces zones. Ces lignes directrices se proposent de promouvoir et consolider les efforts de restauration des terres arides dans le monde. Elles fournissent des orientations spécifiques aux responsables des politiques et autres décideurs, de même qu'aux praticiens.

Cet article résume les principaux éléments contenus dans les directives¹.

Le processus qui a mené à l'élaboration de ces directives a démarré en mai 2012 à Konya, Turquie, lors de l'atelier international ayant pour thème «Pour des paysages forestiers résilients aux changements globaux en zones arides». L'atelier a réuni plus de 90 experts internationaux spécialisés en restauration des zones arides, qui provenaient de départements des forêts, d'institutions de recherche, du secteur privé, d'organisations non gouvernementales (ONG), d'agences de développement internationales et d'autres entités partenaires techniques et financières, et représentaient 24 pays d'Afrique, d'Asie centrale, du Proche-Orient et de la région méditerranéenne. Un second atelier international s'est tenu à Dakar, Sénégal, en février 2013,

¹ La publication complète peut être consultée sur <http://www.fao.org/3/a-i5036e.pdf>



Des participants à l'atelier international de Dakar testent les lignes directrices auprès de la population locale de Mboula, dans la zone de la Grande muraille verte, Sénégal, février 2013

rassemblant plus de 80 participants, experts de la restauration des zones arides. Les deux ateliers ont offert aux spécialistes une plateforme pour pouvoir analyser les leçons tirées des multiples projets et programmes de boisement, reboisement et restauration menés sur le terrain, ce qui s'est traduit par la formulation de recommandations solidement ancrées dans l'expérience. Par ailleurs, les acquis de plusieurs études de cas présentées par des experts et résultant de travaux de recherche documentaire ont également contribué à la rédaction et à l'illustration des lignes directrices. Ces études de cas ont été conçues en appliquant un outil de suivi et de communication des résultats pour la restauration des paysages forestiers, développé par la FAO avec les contributions de participants à l'atelier, experts et praticiens. Enfin, les versions préliminaires ont bénéficié des réactions en retour d'un réseau d'experts, grâce à une consultation en ligne et à l'organisation d'événements parallèles.

Pour améliorer le suivi et l'évaluation des zones arides en vue de les restaurer et de les gérer durablement, la FAO a accueilli en janvier 2015 la première Semaine du suivi des zones arides, organisée en collaboration avec des partenaires comme l'Institut des ressources mondiales et l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), avec le soutien financier de l'Union européenne (UE) et du Fonds pour l'environnement mondial (FEM). Durant cette semaine, les participants ont passé en revue un vaste éventail de méthodes et outils de suivi et évaluation de divers aspects des zones arides, de même que de nouvelles technologies émergentes. Les participants ont exprimé leurs inquiétudes quant à l'inadéquation de l'état des lieux actuel, caractérisé notamment par une échelle d'application trop restreinte, un manque de capacités et des lacunes dans les systèmes de suivi existants. Ils ont appelé à développer des approches plus globales et plus économiques, par exemple en utilisant les méthodes et outils existants comme base et en élaborant de nouveaux instruments intégrant en particulier la télédétection et la participation locale. Les participants ont enfin écrit une déclaration, la Promesse de Rome², qui comprend des actions en

collaboration, comme la formation d'un réseau ouvert et d'une communauté de pratique visant à améliorer le suivi et l'évaluation des zones arides.

En mesurant les progrès accomplis au cours du temps, le suivi-évaluation fournit des données de base sur lesquelles construire et adapter les stratégies, aidant par là à renforcer la résilience. Le suivi et l'évaluation devraient être intégrés dans toute initiative de restauration; il faudrait en particulier veiller à:

- développer le plan ou programme de suivi dès la phase de planification;
- promouvoir la participation de toutes les parties prenantes dans la conception et la mise en œuvre du suivi;
- effectuer un suivi et une évaluation systématiques des initiatives de restauration et partager les acquis au bénéfice des initiatives en cours et à venir.

RÉSULTATS CLÉS:

LES LIGNES DIRECTRICES EN BREF

Les lignes directrices proposent des orientations à deux types d'utilisateurs: d'une part, la catégorie des responsables des politiques et autres décideurs, qualifiés de «catalyseurs» (ou «facilitateurs») dans la mesure où ils fournissent les politiques, les mécanismes de gouvernance et les incitations, de type financier et autre, appropriés, d'autre part, les praticiens, qui sont ce que l'on pourrait appeler les «faiseurs», ceux qui réalisent la restauration.

Orientations à l'attention des responsables des politiques et des décideurs

Des recommandations et actions possibles sont proposées pour la mise en place et la consolidation d'efforts de restauration efficaces, entre autres en matière de politiques, gouvernance, planification multisectorielle et incitations, financières et autres. Les messages clés mettent en particulier l'accent sur le besoin de:

- *Favoriser l'évaluation et le suivi et investir dans ce domaine* – un meilleur système de suivi-évaluation est essentiel pour pouvoir définir les besoins de restauration, identifier les zones prioritaires, estimer le niveau d'investissement financier et technique requis, et assurer le progrès continu des interventions de restauration.

- *Prendre en compte les divers facteurs de la dégradation des terres en s'engageant dans un dialogue intersectoriel et en planifiant à l'échelle du paysage* – un manque de coordination intersectorielle signifie souvent que différentes institutions traitent séparément diverses composantes de la restauration et de la gestion des terres, ce qui limite leur capacité à prendre en compte les facteurs de dégradation liés à la concurrence entre plusieurs utilisations des terres. Des plateformes multisectorielles peuvent être utilisées pour faire prendre conscience de l'ampleur et de l'impact négatif de la dégradation des terres arides, encourager les approches intersectorielles de lutte contre leur dégradation, et illustrer les bénéfices et les retours sur investissement dérivant de la restauration.
- *Favoriser l'évaluation et le développement des capacités et investir dans ce domaine* – de nombreux pays à zones arides ont un besoin urgent de praticiens plus qualifiés, capables de mettre en œuvre des actions de restauration avec compétence et efficacité; il est en outre nécessaire de développer des réseaux de communicateurs et d'appuyer les leaders d'opinion afin d'influencer les responsables des politiques. Garantir le degré de capacité requis devrait faire partie intégrante de la planification initiale des initiatives de restauration, la première étape consistant dans l'évaluation des capacités existantes. Les outils de renforcement des capacités de la FAO peuvent être utilisés et adaptés à cet effet.
- *Améliorer la fourniture de matériel de reproduction végétale pour la restauration, et l'accès à celui-ci* – des programmes et centres de semences nationaux devraient être développés et renforcés pour assurer la disponibilité de semences génétiquement appropriées, dans les quantités voulues et avec la qualité adéquate pour la restauration.
- *Améliorer la gouvernance et le cadre réglementaire* – un cadre réglementaire propice doit être mis en place pour encourager la restauration et éviter les politiques perverses qui conduisent à la dégradation. Un

² <http://www.fao.org/forestry/42520-09d6892b4a39725e9bb54c2d37988567f.pdf>

régime foncier sûr est particulièrement important pour réaliser une gestion des terres durable et consolider les moyens d'existence des populations. Les institutions locales et nationales devraient aussi soutenir les processus locaux en élaborant des politiques et des structures de gouvernance adéquates, en encourageant la participation équitable des parties prenantes, et en garantissant le soutien technique et financier nécessaire.

- *Créer les conditions favorisant l'investissement et la mobilisation des ressources dans la restauration* – des investissements justes sont nécessaires pour démarrer et poursuivre des activités de restauration, et ils peuvent provenir d'une grande variété d'acteurs. Les investissements au niveau local peuvent être promus de diverses manières; ainsi, les petites entreprises locales de produits arboricoles et forestiers peuvent voir leurs opportunités de revenus s'élargir grâce à la restauration.
- *Encourager les connaissances, la recherche, l'apprentissage et l'expérimentation* – développer des processus d'apprentissage et d'expérimentation mutuels et adaptatifs, s'appuyant sur les savoirs traditionnels et la recherche innovante, et promouvoir le partage des connaissances entre utilisateurs de terres, sont des éléments essentiels pour assurer le succès de la restauration.

Les directives à l'attention des praticiens soulignent la nécessité de:

- *Planifier et choisir les stratégies de restauration les plus rentables* – impliquer les communautés dans la planification des stratégies de restauration peut permettre de formuler des interventions et des objectifs durables répondant aux besoins de toutes les parties prenantes. Les zones non dégradées peuvent servir de sites de référence pour définir les objectifs de restauration et évaluer les progrès et les impacts des activités de redressement. La planification à l'échelle du paysage prend en compte la mosaïque d'utilisations des terres et la diversité des besoins de tous les acteurs concernés. Différentes stratégies de restauration devraient être promues, la plantation n'étant souvent que l'une des diverses activités possibles.
- *Protéger et gérer* – les améliorations en termes de protection et de gestion sont potentiellement plus rentables que les plantations dans les initiatives de restauration. Un bon point de départ consiste à protéger les sols contre l'érosion, utiliser des techniques de collecte de l'eau économiques et favoriser l'utilisation de plans de gestion intégrés pour contrer des menaces telles que le ramassage de bois excessif, la pâture incontrôlée et les dégâts causés par les feux, les ravageurs et les maladies.
- *Promouvoir la régénération naturelle* – la régénération naturelle

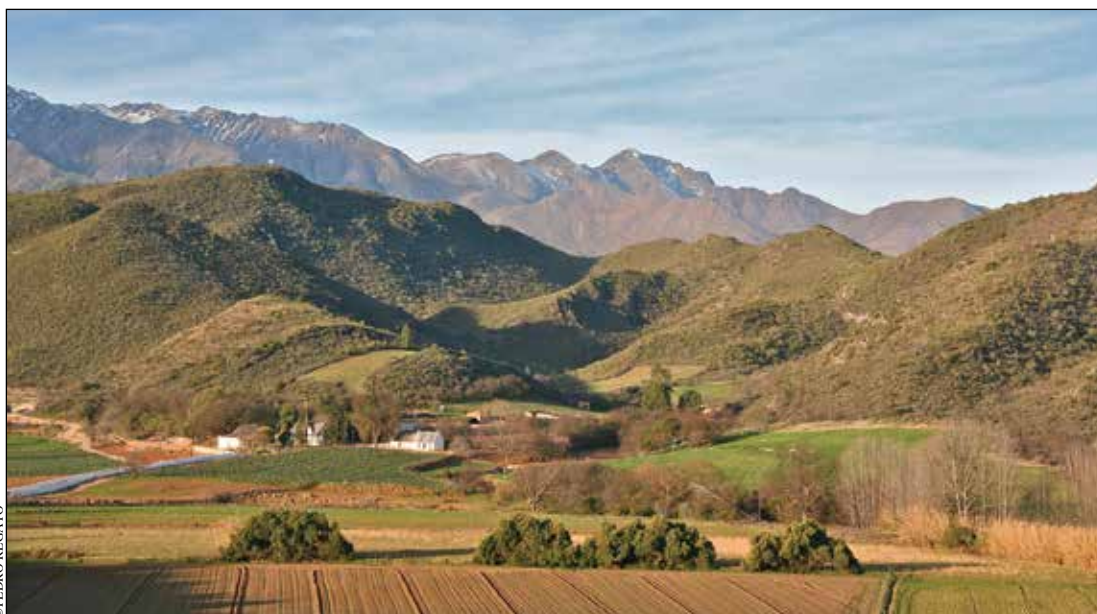
assistée et, dans les exploitations agricoles, la régénération naturelle gérée par les agriculteurs, sont des mesures de restauration simples et efficaces requérant un faible investissement. Elles sont susceptibles de prendre de l'ampleur rapidement dans les zones où les espèces d'arbres et arbustes peuvent se régénérer par rejet après la récolte, et là où existent des droits adéquats concernant l'utilisation des ressources.

- *Planter suivant les nécessités* – si une stratégie de plantation est requise, le choix des espèces devrait se faire en fonction de critères clairs et des préférences et utilisations locales. Une attention particulière devrait être prêtée au fait d'établir – le cas échéant – les bonnes espèces au bon endroit, en particulier les arbres, les arbustes et les herbes, et de garantir la qualité du matériel génétique. Les espèces indigènes devraient être privilégiées. Le nombre d'espèces et leur diversité génétique devraient être maximisés en vue d'accroître la résilience. Des techniques adaptées aux pépinières devraient être employées, et les calendriers et les densités de plantation devraient être choisis soigneusement de façon à garantir une utilisation optimale des ressources hydriques restreintes.

L'exemple présenté dans l'encadré ci-dessous montre des institutions de recherche (Royal Botanic Gardens of Kew et San Luis Gonzaga de Ica – Universidad Nacional



Installation d'une palissade, stabilisation mécanique des dunes, Mauritanie



Mosaïque d'utilisation des terres au sein d'un paysage: fynbos, formations arbustives de karroid, vignobles, pâturages et forêts dans les monts Ouenkoua, Afrique du Sud

© PEDRO REGATO

San Luis Gonzaga de Ica) travaillant main dans la main avec les communautés et les entreprises commerciales locales pour promouvoir l'utilisation d'espèces indigènes dans la restauration des forêts sèches péruviennes, en associant résultats de recherche, techniques communautaires, vulgarisation, sensibilisation et développement des capacités locales.

LA VOIE À SUIVRE

De concert avec les praticiens, les experts, les responsables des politiques et autres décideurs, ainsi qu'avec d'autres partenaires et les pays membres, la FAO s'appliquera à élargir et encourager la communauté des facilitateurs de la restauration, et à établir des passerelles entre praticiens et décideurs pour stimuler la mise en œuvre des directives. Un effort substantiel visant à renforcer la gouvernance locale et appuyer les leaders locaux et les promoteurs de la restauration est également nécessaire, ce qui peut se faire en consolidant les organisations communautaires, les administrations locales, les organisations de producteurs forestiers et les entreprises communautaires. La FAO veillera à promouvoir et diffuser ces lignes directrices, ainsi qu'à développer les possibilités de les adapter aux contextes régionaux, nationaux et locaux et de les mettre en œuvre sur le terrain.

Parmi les initiatives de restauration majeures dans lesquelles la FAO est impliquée à l'échelle mondiale, on compte notamment des projets de restauration dans

les pays arides cofinancés par le Fonds pour l'environnement mondial (FEM), le programme de lutte contre la désertification en appui à l'Initiative de la Grande muraille verte pour le Sahara et le Sahel, cofinancé par l'Union européenne (UE) et les États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (ACP), et les plans d'action de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (CCD) dans huit pays d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique. De tels projets constituent une occasion excellente d'appuyer les efforts nationaux pour mettre en pratique les directives.

De nombreux réseaux de recherche nationaux, régionaux et mondiaux sont actifs dans les zones arides. Il est essentiel de créer des liens entre ces réseaux, les professionnels de la restauration et les communautés, de façon à appliquer sur le terrain les résultats de recherche et à conjuguer nouvel apprentissage et pratiques traditionnelles.

La Promesse de Rome, adoptée début 2015, est un appel à l'action; elle recommande d'améliorer le suivi et l'évaluation des zones arides en vue de leur gestion durable et de leur régénération. La première évaluation mondiale des zones arides, actuellement en cours, est une première étape dans la réalisation de la Promesse de Rome et constituera un point de départ solide pour appuyer le suivi de la restauration et les futurs développements des lignes directrices. ◆



Références

- Évaluation des écosystèmes pour le Millénaire.** 2005. *Millennium ecosystem assessment: ecosystems and human well-being: current state and trends*. Volume 1, Chapitre 22. Évaluation des écosystèmes pour le Millénaire. Washington DC, Institut des ressources mondiales.
- FAO.** 2015. *Global guidelines for the restoration of degraded forests and landscapes in drylands: building resilience and benefiting livelihoods*. Forestry Paper n° 175. Rome.
- FAO.** Non daté a. Site Internet Initiative pour la restauration des zones arides (disponible sur www.fao.org/forestry/aridzone/restoration/fr/).
- FAO.** Non daté b. Site Internet Drylands Monitoring week (disponible sur www.fao.org/forestry/aridzone/88626/en).
- FAO.** Non daté c. Site Internet Action Against Desertification (disponible sur www.fao.org/in-action/action-against-desertification/en/).
- PNUD et CCD.** 2011. *The forgotten billion: MDG achievement in the drylands*. Bonn, Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification et Programme des Nations Unies pour le développement.
- Whaley, O.Q., Beresford-Jones, D.G., Milliken, W., Orellana, A., Smyk, A. et Leguía, J.** 2010. An ecosystem approach to restoration and sustainable management of dry forest in southern Peru. *Kew Bulletin*, 65: 613-641. ◆



**Activités de
restauration,
Ica, Pérou**

© O. WHALEY

Utilisation d'espèces indigènes pour la restauration et l'exploitation durable des forêts sèches dans le sud du Pérou

L'initiative a été menée par les jardins botaniques royaux de Kew, les Royal Botanic Gardens, dans le cadre de l'Initiative Darwin du Ministère britannique de l'environnement, de l'alimentation et des questions rurales, et par une université péruvienne, l'Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica (UNICA).

Cette étude de cas illustre les techniques de restauration communautaires – avec l'implication active des décideurs locaux – utilisées pour remettre en état les zones ripariennes naturelles arides, qui jouent le rôle crucial de couloir entre les contreforts des Andes et les plaines côtières. Le projet a attiré l'attention des propriétaires de terres, des entreprises commerciales et des autorités régionales sur l'importance de la conservation des plantes pour la qualité de la vie des populations, en montrant les opportunités de revenus pouvant dériver du tourisme et de l'exploitation de produits clés comme les gousses de *Prosopis* spp. (huarango).

Des essais de restauration ont été réalisés dans trois petites communautés locales et sur trois sites agro-industriels. Un protocole d'accord a été signé avec la Faculté d'agronomie de l'UNICA en vue d'établir une pépinière devant produire des plants de 30 essences indigènes à partir de graines et de boutures. Dans le cas des communautés locales, les zones d'essai ont été clôturées en accord avec les propriétaires terriens, les jeunes plants ont été établis et irrigués avec de l'eau provenant des puits avoisinants, et des trous de plantation vides ont été arrosés afin d'encourager la régénération naturelle. Dans le test en contexte agro-industriel, des espèces forestières natives ont été plantées en remplacement d'espèces exotiques pour les brise-vents et les haies vives irrigués par un système goutte à goutte. Les espèces indigènes ont été établies dans des parcelles destinées à un test comparatif, utilisant une irrigation goutte à goutte à faible consommation d'eau, ou des systèmes d'irrigation manuelle de surface et souterraine, ou bien des eaux usées. En plus des méthodes d'arrosage, les essais comparaient les techniques et les densités de plantation. Une restauration de l'habitat local de référence a également été mise en œuvre, notamment des mesures visant à attirer les oiseaux, et une comparaison a été effectuée entre l'irrigation goutte à goutte et l'arrosage traditionnel des trous de plantation.

Implication communautaire

- Relier les personnes et les plantes est une condition incontournable pour assurer la durabilité du projet. Des actions de communication et de sensibilisation (par exemple, diffusion médiatique, exposés oraux, visites d'apprentissage, campagnes de plantation et Festival du huarango¹) auprès des communautés locales ont été menées, avec un accent particulier mis sur l'implication des jeunes. Un programme à l'attention des écoles, dirigé par l'organisation non gouvernementale (ONG) Asociación para la Niñez y su Ambiente (ANIA) et des femmes de la communauté et visant à établir des pépinières de plantes indigènes, s'est révélé une manière efficace de soutenir les objectifs du projet. Les écoles sont ainsi devenues des points de référence, à partir desquels l'équipe du projet a pu distribuer des semences, diffuser des informations et dispenser des conseils techniques sur les arbres et arbustes indigènes et les services environnementaux qu'ils procurent, aux familles des élèves et aux propriétaires terriens ayant pu monter qu'ils assuraient un approvisionnement durable en eau.
- Récupérer le savoir-faire et les techniques traditionnelles liés à la collecte des eaux de crue saisonnières est aussi un bon moyen de régénérer les communautés et les cultures.

¹ Le Festival du huarango promeut les liens culturels avec l'environnement au travers de l'arbre emblématique d'Ica; on y trouve en particulier des banquets où sont offerts des produits issus d'espèces végétales natives.

Vulgarisation/méthodes de formation

Les actions de vulgarisation et de formation ont consisté notamment en ateliers, activités scolaires et festivals, et se sont appuyées sur des affiches, des brochures et des publications didactiques à l'intention du public local. Le personnel du Millennium Seed Bank Partnership – la banque de semences du Millénaire – et des Royal Botanical Gardens de Kew ont également dispensé des formations portant sur le développement de systèmes peu coûteux de stockage, germination et propagation des semences.

Recherche

Les activités de recherche ont comporté des enquêtes botaniques, des inventaires de la faune et de la flore, et des cartes intégrant les connaissances ethnobotaniques locales sur les 10 communautés végétales distinctes présentes entre le niveau de la mer et 1 800 m, y compris les communautés, mal comprises et d'une importance vitale, de microphytes fixateurs d'azote des croûtes biologiques.

Développement technologique

Les technologies développées dans le cadre du projet ont été notamment les suivantes:

- Durant la période de brouillard, des filets à maille fine ont été en mesure de retenir, en moyenne, 10 litres d'eau par jour et par mètre carré de filet (un arbre de *Prosopis* de 3 mètres de haut, avec un houppier de 4 mètres de large, pouvait retenir jusqu'à 9 litres par nuit).
- Des techniques traditionnelles ont été incorporées dans les pratiques (par exemple dans les programmes de plantation réalisés dans les écoles), comme l'utilisation de «semences enrobées», une méthode où des mottes de boue mêlées à des semences d'espèces indigènes sont cuites au four, séchées et enterrées le long des canaux d'irrigation et des cours d'eau éphémères dans l'attente de l'inondation naturelle.
- La comparaison de divers systèmes d'irrigation a mis en évidence qu'une technique non coûteuse d'arrosage souterrain mise au point par le projet, consistant à utiliser des bouteilles de plastique recyclées qui permettent de dispenser 3 à 4 litres d'eau par semaine, entraînait la meilleure croissance (en hauteur et en surface de couvert); par rapport à l'arrosage traditionnel des trous de plantation, avec cette technique, la croissance de *Prosopis* augmentait de plus de 100 pour cent, celle d'*Acacia* de 20 pour cent et celle de *Schinus* de 300 pour cent. Cette méthode, appliquée en dessous de la superficie, s'est ainsi révélée une excellente manière d'éviter l'excès d'évaporation.

Résultats

Les essais menés dans les communautés locales ont donné des résultats mêlés en termes de survie des plantes (par exemple, *Shinus molle* et *Acacia macrantha* se sont bien établis, mais *Capparis avicennifolia* a rencontré des difficultés de croissance), celle-ci étant mise au défi par les sols peu profonds et la rareté de l'eau. Le pompage de l'eau s'est avéré trop coûteux, et les sols manquaient de nutriments. Une restauration viable devrait s'appuyer sur la reprise du système d'irrigation par épandage des eaux de crue, sur la base du savoir-faire et des techniques traditionnels. Un travail collectif ou des machines sont nécessaires pour déplacer les blocs rocheux dans les lits des rivières en vue d'augmenter le niveau de l'eau et de retenir les sédiments lors des inondations saisonnières, reliant ainsi le débit de la rivière et celui des canaux d'irrigation. Cette technique est susceptible de trouver une plus vaste application dans la restauration à grande échelle.

Dans les essais menés en contexte agro-industriel, le projet a impliqué des travailleurs dans la planification d'un site de 3 hectares visant à la plantation de 24 espèces indigènes sur le terrain; il a ainsi contribué à diffuser les connaissances locales auprès de ces travailleurs de l'industrie. Dans le cadre d'un régime d'irrigation faible (1 litre par semaine) et avec un paillage en «paille» d'asperge, les plants d'*Acacia macracantha*, *Schinus molle* et *Prosopis limensis* ont augmenté deux fois plus en hauteur et trois fois plus en surface de couvert que le groupe témoin. L'utilisation des eaux usées a permis l'établissement de bosquets de *Prosopis limensis* et *Parkinsonia praecox* présentant une grande biodiversité et abritant, entre autres, des oiseaux, des renards du désert et des abeilles natives. Les densités de plantation ont eu une incidence diversifiée sur la croissance en hauteur et en surface de couvert, selon les espèces: par exemple, dans le cas d'une plantation de faible densité, l'augmentation de la surface du couvert de *Prosopis limensis* était le double de celle obtenue dans le cas d'une plantation dense; la croissance en hauteur de *A. macracantha* dans les plantations de faible densité était deux fois celle obtenue dans les plantations à forte densité; et la croissance en hauteur de *S. molle* était dix fois plus importante dans les plantations à forte densité que dans celles à faible densité. L'installation de perchoirs et de sites de nidification a attiré 39 espèces d'oiseaux, qui ont agi comme pollinisateurs et diffuseurs de semences et facilité l'acquisition de nouvelles espèces végétales (70 nouvelles espèces végétales sont apparues naturellement là où les lignes de goutte à goutte offraient un degré d'humidité suffisant). L'introduction de plantes indigènes a été à l'origine d'un accroissement significatif du biocontrôle des ravageurs par les insectes et les oiseaux prédateurs.

Durabilité

La pépinière du projet continue à être financée par une ONG britannique, Trees for Cities, et par l'ANIA, et un diplômé de l'UNICA a mis en place une initiative réussie de pépinière privée d'espèces indigènes. Le Festival du huarango est maintenant organisé sous l'égide du Ministère du tourisme et il est fermement inscrit dans le calendrier officiel. La plupart des municipalités sont à présent conscientes de l'importance des boisements natifs et recourent aux essences indigènes plutôt qu'aux arbres d'ornement. Diverses publications mettent à l'honneur les multiples plantes sous-évaluées de la région, soulignant leur intérêt pour les moyens d'existence et le bien-être des populations. Des événements médiatiques internationaux ont contribué à affermir la fierté locale et l'intérêt pour les liens entre culture et environnement, créant aussi des opportunités de développement touristique. L'implication d'agro-industries dans le programme de restauration a contribué à élargir de telles initiatives et à assurer des financements supplémentaires, essentiellement en vue d'intégrer les objectifs de restauration dans la production opérationnelle.

Source: Whaley et al., 2010.

La participation communautaire au cœur du modèle de restauration de la Grande muraille verte africaine¹

M. Sacande, N. Berrahmouni et S. Hargreaves

S'appuyant sur les expériences de restauration précédentes, l'Initiative africaine de la Grande muraille verte pour le Sahara et le Sahel est en train de prendre forme, la métaphore de la «muraille» indiquant une mosaïque d'utilisations des terres où se mêlent interventions de restauration durable et activités de développement rural.

Moctar Sacande est Physiologiste en semences forestières et Expert en restauration des terres arides. Il dirige le projet de restauration de la Grande muraille verte en Afrique de l'Ouest et travaille en tant que Chercheur principal au Département du capital naturel des Royal Botanic Gardens (jardins botaniques royaux) de Kew, Royaume-Uni.

Nora Berrahmouni est Écologiste des forêts et travaille en tant qu'Experte forestière chargée des zones arides au Département des forêts de la FAO, Rome, Italie.

Serene Hargreaves, Experte en génétique de la conservation, est Responsable du Projet de la Grande muraille verte aux Royal Botanic Gardens (jardins botaniques royaux) de Kew, Royaume-Uni.

INTRODUCTION, PORTÉE ET OBJECTIFS PRINCIPAUX

Les forêts sèches et les systèmes agrosylvopastoraux du Sahel sont à l'origine d'un vaste éventail de services écosystémiques dont dépendent les communautés locales. Mises sous pression du fait de la demande croissante, les ressources naturelles sont surexploitées, entraînant ainsi une aggravation de la dégradation et de la désertification et mettant en danger les populations les plus vulnérables du monde. Bien qu'il s'agisse d'une simplification, le cercle vicieux de la dégradation des terres s'avère toutefois effectif dans bien des cas, lorsque l'utilisation inappropriée des terres marginales conduit à une baisse de la productivité et, par conséquent, à une augmentation de la pauvreté (Bremner *et al.*, 2010).

L'Afrique subsaharienne est vue comme l'une des régions les plus vulnérables au changement climatique (Nakhouda *et al.*, 2011; Fingar, 2008). On s'attend en effet à ce que les températures en hausse et la modification du régime des précipitations exacerbent les risques naturels, accélèrent la désertification, accroissent l'exposition aux maladies infectieuses, compromettent la sécurité alimentaire et la sécurité de l'eau, et aggravent la dégradation des services écosystémiques (GIEC, 2014). Partant du constat que le changement climatique est à certains égards inévitable et que l'on en observe déjà les impacts, l'Initiative de la Grande muraille verte (GMV) pour le Sahara et le Sahel vient appuyer des processus visant à l'adaptation et à la résilience des systèmes naturels et humains. Adopté en 2007 par l'Union africaine, le programme porte sur des

¹ Cet article s'appuie sur l'article du même nom soumis au XIV^e Congrès forestier mondial, Durban, septembre 2015.

Pépinière gérée par des techniciens villageois près du site de plantation de Djibo, Burkina Faso, dans le cadre de l'Initiative de la Grande muraille verte



© MOCTAR SACANDE

questions d'environnement et de développement au moyen d'approches de gestion des terres durables, adaptées au contexte communautaire et écologique local. Parmi les interventions prioritaires définies par l'Initiative de la GMV, on trouve notamment la restauration des terres dégradées et des paysages forestiers (Berrahmouni *et al.*, 2014; CUA/APGMV, 2012).

La FAO, avec un apport financier UE-ACP, aide la Commission de l'Union africaine à réaliser cette ambitieuse initiative, avec la contribution de nombreuses autres organisations, de gouvernements, de partenaires et des parties prenantes sur le terrain. Dans le cadre de cette collaboration, l'institution des Royal Botanic Gardens de Kew (jardins botaniques royaux britanniques) met à disposition ses connaissances botaniques et son accès à l'information, s'engageant avec ses partenaires nationaux et les communautés locales des pays de la GMV, afin d'identifier les espèces indigènes prioritaires, susceptibles de répondre aux besoins des populations tout en étant bien adaptées aux écosystèmes des zones arides. À ce jour, l'intervention a directement bénéficié à 110 communautés de quatre régions transfrontalières du Burkina Faso, du Mali et du Niger. Les efforts en matière de propagation et de restauration se sont traduits par la plantation et l'entretien de plus de 1 000 000 de semis et semences de

50 espèces ligneuses et espèces herbacées utiles. Aujourd'hui à sa troisième année, ce projet de restauration modèle a aidé les communautés concernées à remettre en état plus de 1 000 hectares de terres dégradées. L'expertise scientifique, un transfert technologique efficace et le renforcement des capacités ont constitué le cœur du succès des activités de restauration de la GMV dans ces pays.

Cet article examine les programmes de restauration dans quatre régions transfrontalières de la GMV: Bankass au Mali; Dori et Djibo au Burkina Faso; et Téra au Niger. Il se concentre sur le modèle de restauration, qui prévoit la plantation, dans le cadre de systèmes agrosylvopastoraux, d'espèces végétales locales bien adaptées sur le plan environnemental et utiles sur le plan économique, et comprenant des arbres, des arbustes et des espèces herbacées.

MÉTHODOLOGIE

Sélection des villages

Les critères de sélection pour faire partie du projet pilote comportaient les éléments suivants: (a) existence au sein des villages de terres dégradées disponibles pour la plantation et la mise en valeur; (b) motivation et engagement des populations à participer aux activités de restauration, y compris sous forme de contribution en nature; (c) diversité sociale des villageois

bénéficiaires (sexe, âge, profession, etc.), structure et organisation de type communautaire; et (d) présences de services appropriés, par exemple des sources d'eau pour l'installation de pépinières villageoises, ou bien des opportunités de travail avec d'autres projets/programmes villageois et/ou régionaux.

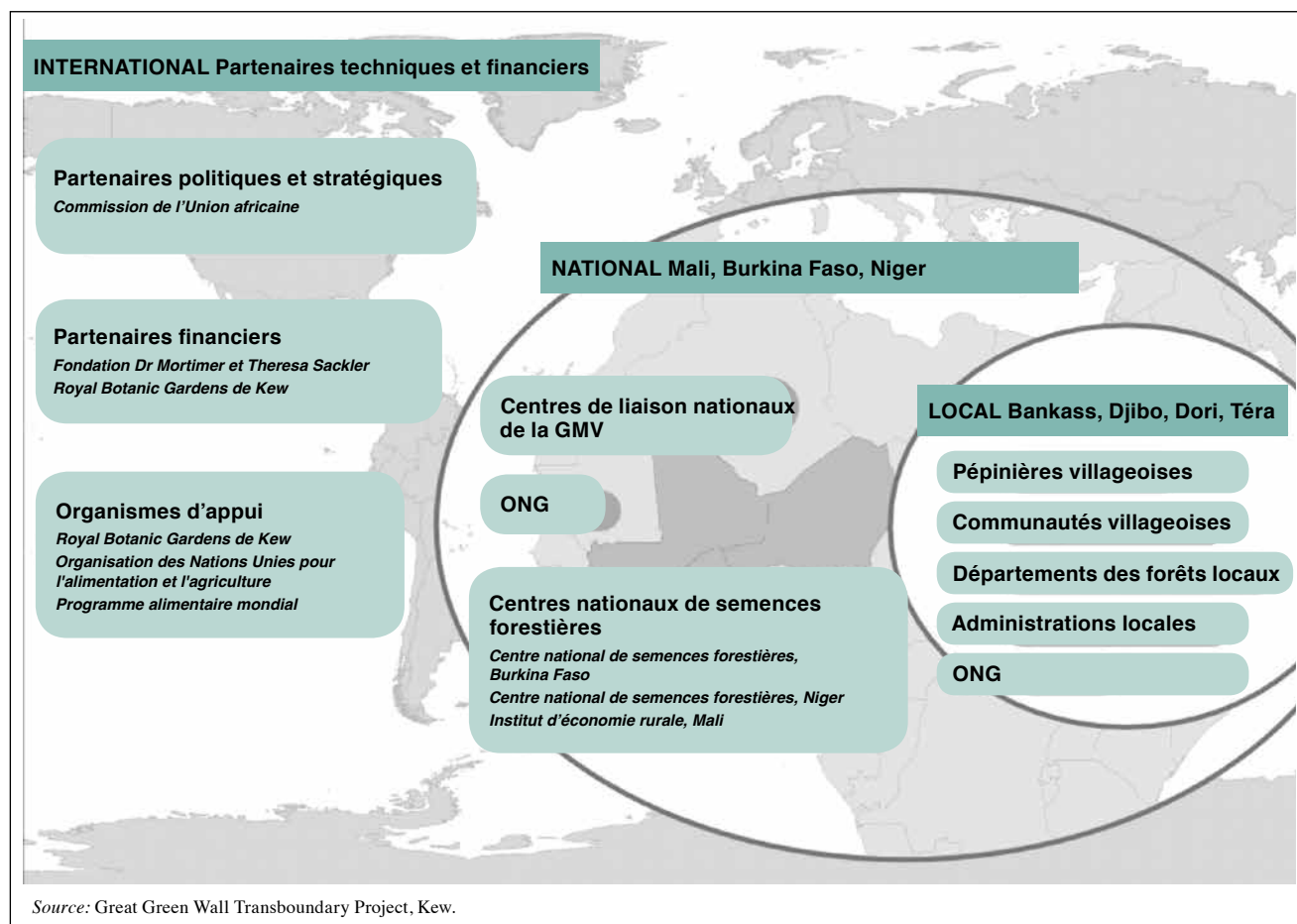
Participation communautaire dans la hiérarchisation des espèces

Une fois les communautés participantes sélectionnées, des ateliers de consultation villageoise sont organisés avec toutes les parties concernées. Cette phase aide à comprendre les besoins locaux et les utilisations et préférences en matière d'espèces, et permet de parvenir à un accord sur les objectifs de restauration, selon la perspective de la communauté. La consultation est une étape initiale cruciale, dans la mesure où les communautés s'engagent à apporter leur contribution en terres et en main-d'œuvre pour la réalisation des activités planifiées.

Des recherches botaniques sont alors menées sur les espèces souhaitées présentes sur les listes, la hiérarchisation des espèces se faisant en fonction de critères tels que la disponibilité, les connaissances en matière de maniement, la germination et la propagation des semences, la vitesse du retour des produits pour les communautés locales et l'adaptation au milieu local.



Préparation du sol pour une plantation dans le cadre du projet de la Grande muraille verte, communauté de Téra, Niger



Mise en œuvre sur le terrain et suivi

La mise en œuvre sur le terrain implique de s'approvisionner en semences de qualité issues de peuplements naturels, lesquels sont choisis en vue de recueillir la diversité génétique de la population échantillonnée et de garantir que les graines sont optimales sur le plan physiologique. Les plants d'espèces ligneuses indigènes sont produits dans des pépinières villageoises et sont prêts à être repiqués dans un délai d'un an. Pour faire en sorte de retenir le maximum d'eau à partir des précipitations limitées, et ainsi conserver le sol humide le plus longtemps possible, on utilise les techniques agricoles traditionnelles de la «demi-lune» ou du «zai». Cela permet de réduire le ruissellement et de collecter l'eau en créant de multiples petites digues dans le champ, donnant ainsi aux semences et aux plantules plus de chances de s'établir. La scarification de la terre est aussi appliquée dans les zones intervillages plus vastes. Les semences et les semis sont plantés au début des saisons des pluies et durant celles-ci, de façon à ce que les plantes puissent bénéficier au maximum des précipitations.

Le suivi et la collecte des données de terrain sur la survie et la croissance des plantules sont effectués par des techniciens villageois formés à cet effet, en collaboration avec les communautés et les institutions techniques. Une équipe de gestion technique est mise en place et rassemble des représentants de tous les groupes de parties prenantes, allant des personnes et communautés bénéficiaires jusqu'aux organisations non gouvernementales (ONG) locales, aux facilitateurs techniques et aux sponsors (figure 1). L'équipe se rencontre une fois par an pour évaluer et planifier les activités de restauration, évaluer les progrès et définir les rôles, les responsabilités, et les mécanismes de redevabilité et compte-rendu. Les actions de renforcement des capacités visent les exploitants agricoles locaux, les techniciens villageois et les représentants de la communauté, et portent sur la récolte de semences de qualité dans des zones définies par les centres nationaux de semences forestières, la préparation de la terre, la production des plantules, la plantation et l'enrichissement des boisés, et la gestion forestière participative.

¹
Relations essentielles à chaque niveau du projet de restauration de la GMV. Une liste des partenaires impliqués dans le programme de la GMV peut être consultée sur <http://www.fao.org/in-action/action-against-desertification/fr/>

RÉSULTATS

Gestion technique et équipe opérationnelle

En tant que programme intégré multisectoriel, l'initiative de la GMV surveille et évalue les opérations et activités de différentes composantes à divers niveaux, du terrain jusqu'à l'échelle internationale. Le projet de restauration transfrontalier est dirigé en collaboration par les Royal Botanic Gardens de Kew et le Département des forêts de la FAO, et géré à travers trois institutions techniques nationales partenaires, les autorités locales et nationales dans les diverses régions, des ONG environnementales et plusieurs autres partenaires internationaux. L'équipe est aussi ouverte que possible, tout en minimisant les complexités inutiles, et est composée d'un grand nombre de parties prenantes afin de garantir le succès du projet sur le

TABLEAU 1. Réalisations du projet pilote de la GMV, y compris bénéficiaires, superficie restaurée et plants repiqués en 2013 et 2014

Pays	Région	2013					2014				
		Nombre de villages bénéficiaires	Données sur la restauration				Nombre de villages bénéficiaires	Données sur la restauration			
			Superficie plantée	Espèces utilisées	Plants repiqués	Semences (kg)		Superficie plantée	Espèces utilisées	Plants repiqués	Semences (kg)
Mali	Bankass	5	65	10	35 700	18	4	36	19	15 100	128
Burkina Faso	Djibo	–	–	–	–	–	41	195	5	42 150	–
	Dori	11	200	15	111 500	16	30	384	8	239 700	–
Niger	Téra	5	55	1	30 000	–	14	214,2	7	71 121	66
Total		21	320	26	177 200	34	89	829,2	39	368 071	194

terrain (figure 1). La direction technique des centres nationaux de semences forestières est chargée de vérifier la disponibilité de collections de semences d'espèces indigènes de qualité, garantissant une diversité génétique qui reflète la provenance d'origine. Ces collections doivent en effet servir de matériel de base pour la production de plantes dans le cadre des activités de restauration. Les administrations locales et les ONG contribuent à mobiliser les communautés. Un centre de liaison national désigné coordonne les interventions et un comité directeur supervise les progrès et établit chaque année un rapport sur le développement du projet de la GMV.

Consultation communautaire et hiérarchisation des espèces

Un total de 110 communautés villageoises ont été sélectionnées en 2013 et 2014, dont

82 au Burkina Faso, 9 au Mali et 19 au Niger (tableau 1). Au total, 193 espèces de plantes ont été inscrites sur une liste et déclarées utiles par l'ensemble des 110 communautés, lesquelles ont été consultées au moyen de questionnaires et d'ateliers villageois. Cependant, l'analyse botanique des résultats a montré que seules 73 pour cent de ces espèces pouvaient s'adapter et étaient appropriées aux écosystèmes de zone aride. Le reste de la liste reflétait les connaissances ou aspirations personnelles des agriculteurs, et comprenait des espèces exotiques ou convenant mieux à des milieux plus humides. Les espèces sélectionnées ont en général été choisies en raison de leur utilité sociale, de leur importance en tant que sources d'aliments pour la consommation humaine ou animale, et de leur capacité d'adaptation écologique aux zones

d'intervention et aux écosystèmes de zone aride. Les informations sur l'utilisation des plantes données par les membres des communautés interviewés ont été classées en fonction de l'*Economic Botany Data Collection Standard*, ou Norme de collecte de données économiques dans la botanique (Cook, 1995). L'utilisation des plantes à des fins médicinales pour la santé humaine représentait la plus grande part de réponses, avec 143 espèces citées (74 pour cent), suivie par les aliments pour le bétail (112 espèces citées; 58 pour cent) et les aliments destinés à la consommation humaine (105 espèces citées; 54 pour cent). Un calendrier détaillé de la mise en œuvre a été présenté aux communautés et a fait l'objet d'un accord de toutes les parties prenantes, notamment pour la hiérarchisation des espèces et les activités de restauration.



Récupération des eaux de pluie sur un site de plantation préparé à cet effet dans le cadre du projet de la Grande muraille verte, Dori, Burkina Faso

Réalisations du projet pilote de la GMV à ce jour

Le nombre de bénéficiaires des activités de plantation s'élève à presque 50 000 personnes, dont 25 170 femmes (51 pour cent). Le nombre de communautés impliquées a singulièrement augmenté au cours des deux années du projet, ce dernier comptant 89 villages en 2014, contre les 21 initiaux en 2013. Cela s'explique en partie par l'ajout de Djibo durant la deuxième année, mais aussi par l'expansion des programmes de formation au sein de la zone du projet pilote. Les agriculteurs ont participé à des programmes de formation dispensés

localement, le premier s'étant tenu à Dori avec des partenaires nationaux et de nouveaux partenaires du Niger, et ayant été axé sur le renforcement des capacités et la collaboration transfrontalière.

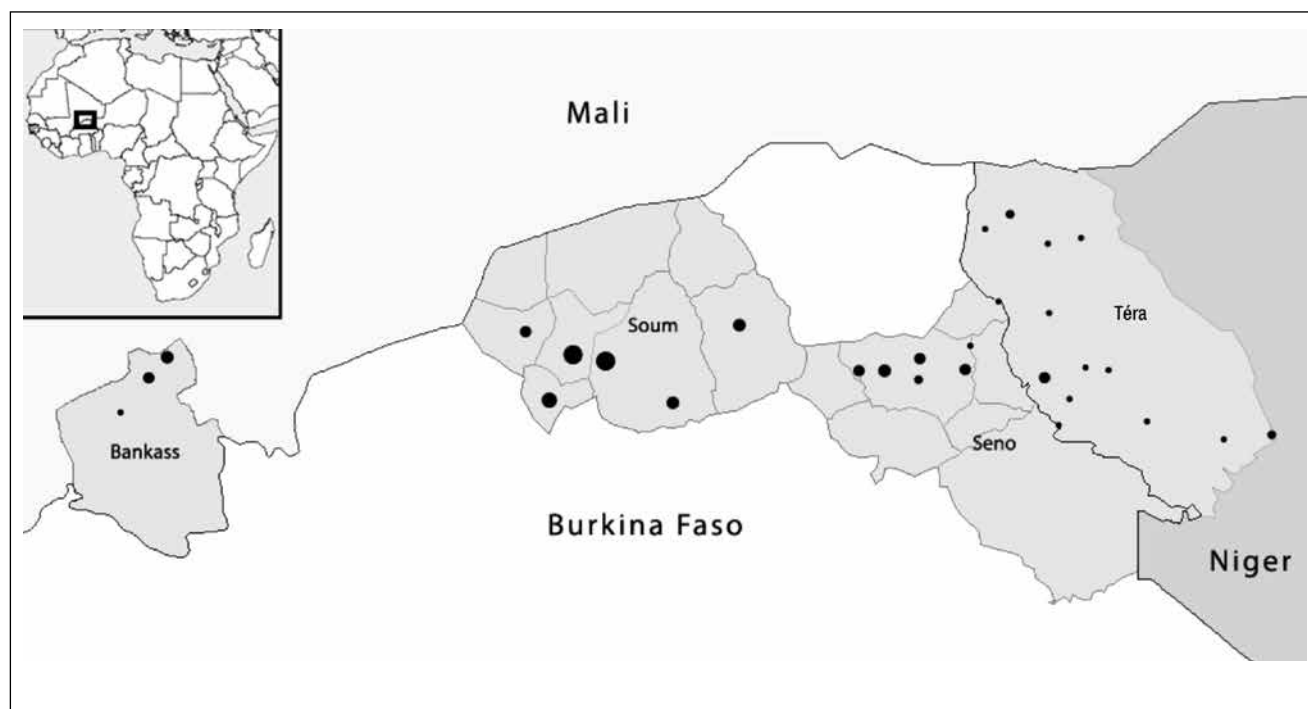
Les récoltes de semences de qualité et la production de jeunes plants d'espèces ligneuses dans des pépinières villageoises sélectionnées ont été lancées, accompagnées d'une formation dans des pépinières de l'administration locales. Plus de 1 000 000 de semences et semis ont été produits et plantés dans les quatre régions transfrontalières. Au sein des zones de plantation, plus de 500 000 plants ont

été repiqués au cours des deux années du projet, en suivant les pratiques traditionnelles locales et les modèles de plantation agroforestière des agriculteurs sahéliens. Les semences de la plupart des espèces herbacées ont été semées directement (voir le tableau 2). Les données recueillies à propos de la plantation et de la performance sur le terrain de même que les rapports techniques ont été incorporés dans les plans nationaux relatifs à la GMV.

Les communautés villageoises impliquées dans les plantations participent au suivi et à l'évaluation réguliers des parcelles sur leurs terres. Quatre-vingt dix

TABLEAU 2. Dans le cadre du projet de la GMV, 21 espèces au total ont été jugées prioritaires, sélectionnées et plantées avec les communautés dans les quatre régions transfrontalières du Burkina Faso, du Mali et du Niger en 2013-2014. Sur le total des plantes, 75 pour cent sont des espèces ligneuses et 25 pour cent des herbes (4 espèces sur 21), principalement utilisées comme aliments pour le bétail, fourrage et aliments pour la consommation humaine

Famille	Taxon	Forme de vie	Hauteur (m)	Principales utilisations	Récolte des semences (mois)	Poids de 1 000 grains (g)	Germination moyenne (%)	Forme plantée
1 Leguminosae	<i>Acacia nilotica</i>	Arbuste	4,0	Gomme, fourrage	1	140,00	100	Plants
2 Leguminosae	<i>Acacia senegal</i>	Arbuste	4,0	Gomme arabique, abeilles, aliments pastoraux	3	100,00	100	Semences et plants
3 Leguminosae	<i>Acacia seyal</i>	Arbre	4,0	Gomme, fourrage	3	42,69	95	Plants
4 Leguminosae	<i>Acacia tortilis</i>	Arbuste	4,0	Gomme, fourrage	4	26,44	100	Plants
5 Bombacaceae	<i>Adansonia digitata</i>	Arbre	10,0	Aliments, utilisation médicinale	3	399,30	80	Plants
6 Leguminosae	<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	Herbe	0,5	Aliments pour le bétail, fourrage	10	2,50	60	Semences (10 kg/ha)
7 Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Herbe	2,5	Toiture, aliments pastoraux	11	2,50	100	Semences (5 kg/ha)
8 Balanitaceae	<i>Balanites aegyptiaca</i>	Arbre	6,0	Aliments, huiles, utilisation médicinale, fourrage	1	3 000,00	100	Plants
9 Leguminosae	<i>Bauhinia rufescens</i>	Arbuste	3,0	Fourrage, clôture, corde	10	78,63	100	Plants
10 Combretaceae	<i>Combretum micranthum</i>	Arbuste	3,0	Fourrage, aliments, utilisation médicinale	12	28,66	100	Plants
11 Poaceae	<i>Cymbopogon giganteus</i>	Herbe	2,0	Utilisation médicinale, boisson, pesticide	12	1,44	56	Semences (5 kg/ha)
12 Leguminosae	<i>Faidherbia albida</i>	Arbre	15,0	Fourrage, utilisation médicinale, bois	3	51,60	100	Plants
13 Arecaceae	<i>Hyphaene thebaica</i>	Palmier	12,0	Bois, aliments, fourrage	11	24 000,00	100	Plants
14 Meliaceae	<i>Khaya senegalensis</i>	Arbre	15,0	Bois, utilisation médicinale, pesticide, fourrage	2	260,00	100	Plants
15 Anacardiaceae	<i>Lannea microcarpa</i>	Arbre	6,0	Aliments, corde	7	200,00	80	Plants
16 Poaceae	<i>Panicum laetum</i>	Herbe	0,1	Aliments, aliments pour le bétail	11	1,10	20	Semences (5 kg/ha)
17 Leguminosae	<i>Parkia biglobosa</i>	Arbre	8,0	Aliments, utilisation médicinale, abeilles	4	1 000,00	100	Plants
18 Poaceae	<i>Pennisetum pedicellatum</i>	Herbe	2,0	Fourrage	11	0,98	100	Semences (0,5 kg/ha)
19 Leguminosae	<i>Prosopis Africana</i>	Arbre	7,0	Aliments, utilisation médicinale, bois	2	106,20	100	Plants
20 Leguminosae	<i>Tamarindus indica</i>	Arbre	10,0	Aliments, utilisation médicinale	3	385,00	100	Plants
21 Rhamnaceae	<i>Ziziphus mauritiana</i>	Arbuste	2,0	Aliments, clôture, utilisation médicinale	11	382,80	87	Plants



2
Les 86 villages participants, sur les 110 géoréférencés, bénéficiant du projet de restauration pilote de la GMV dans les quatre régions transfrontalières de Bankass (région de Mopti), Mali; Djibo (province de Soum) et Dori (province de Seno), Burkina Faso; et Téra (région de Tillabery), Niger. La taille des cercles noirs se réfère au nombre de villages, les cercles les plus grands, dans la province de Soum (Djibo) représentant des groupes de 10-12 villages

techniciens villageois ont été formés et encadrés pour la récolte de semences et la production de semis dans des pépinières villageoises situées à proximité des sites de plantation. Au cours de sa première année, le projet a touché quelque 70 techniciens administratifs, familiarisés avec le modèle de restauration et motivés à s'impliquer dans les activités sur le terrain.

DISCUSSION

Le lien intrinsèque et complexe unissant les populations et les territoires où elles vivent est d'une importance capitale lorsque l'on élabore un programme de restauration. Les projets qui aspirent en même temps à lutter contre la pauvreté et à assurer la conservation doivent relever un défi considérable (Turner *et al.*, 2012; McShane *et al.*, 2011). Les hommes, continuant à être le moteur principal des écosystèmes de zone aride (Aronson *et al.*, 1993), le fait de prendre en compte les besoins des communautés

locales et des autres acteurs se révèle vital à la fois pour atteindre les objectifs environnementaux et pour promouvoir le bien-être humain.

Le succès à long terme de ces actions de restauration repose sur le retour sur investissement, tant pour l'environnement que pour la sécurité alimentaire et les moyens d'existence des populations. La région sahélienne est gravement affectée par une extrême pauvreté et une forte demande en aliments, fourrage et bois de feu, qui entraînent un épuisement considérable des ressources forestières naturelles et une pression marquée sur ces dernières (OCDE/CSAO, 2014). Planter des espèces ligneuses indigènes à croissance lente en association avec d'autres espèces indigènes à croissance rapide – espèces herbacées comestibles et espèces fourragères pour le bétail – s'est révélé une approche gagnante, très demandée dans d'autres communautés voisines. Le modèle de restauration a aussi pris en considération les pâturages libres à l'attention du bétail, qui sont cruciaux pour la plupart des populations pastorales du Sahel. Ainsi que l'ont suggéré Weber et Horst (2011), des processus de planification intégrés pourraient renforcer les écosystèmes de parcours arides et semi-arides, en incorporant l'élevage dans les solutions au problème de la dégradation des terres. On peut d'ores et déjà en observer les bénéfices, au travers de la collecte de

semences d'herbes comestibles et la récolte de fourrage dans les parcelles plantées.

Le récent regain d'intérêt pour la GMV reflète les inquiétudes actuelles concernant la désertification et la perte de biodiversité dans le contexte du changement climatique, et leur implications pour la sécurité alimentaire. Le programme lui-même est actuellement mis en œuvre de façon dispersée, selon les priorités des pays et la mobilisation de fonds. Ainsi, alors que des interventions de restauration majeures ont été réalisées au Sénégal et au Niger au travers du programme (FAO, 2015), au Burkina Faso et au Mali le projet pilote en cours représente la première action de restauration sur le terrain, et dans d'autres pays de la GMV le travail doit encore commencer.

Un aspect essentiel du programme de la GMV consiste à s'assurer de l'engagement local et de l'appropriation communautaire des investissements dans la restauration. Pour cette raison, la démarche s'appuie sur la consultation et l'implication des villages et des communautés locales. Ces dernières manifestent leur appui et un grand intérêt pour ce programme de restauration. Cependant, les évaluations et les interventions de gestion doivent être complétées à l'échelle locale si l'on veut s'assurer d'une réussite durable. Pour cela, il est indispensable d'inclure les populations locales à chaque étape du processus.



*Espèces herbacées
plantées sur des
terres de la région
de Téra, Niger*



*Semences et semis
plantés sur un
site de la Grande
muraille verte dans
la région de Téra,
Niger*

CONCLUSIONS

La Grande muraille verte a mobilisé et impliqué les communautés, avec plus de 110 villages de quatre régions transfrontalières du Burkina Faso, du Mali et du Niger déjà engagés dans le programme. Alors que ce projet international majeur est en train de prendre de l'élan, il est important de noter que les populations de ces zones ont toujours montré une solide résilience et une grande persévérance dans l'amélioration de leur environnement, recueillant les fruits de leur investissement sur ces terres. Il est grand temps de leur apporter un soutien sérieux.

Remerciements

Nous remercions tout particulièrement les communautés villageoises, les équipes de la Banque de semences du Millénaire et la Fondation Dr Mortimer et Theresa Sackler, qui appuient les Royal Botanic Gardens de Kew, et le projet pilote de restauration de la Grande muraille verte africaine au Burkina Faso, au Mali et au Niger. ♦



Références

- Aronson, J., Floret, C., LeFloc'h, E., Ovale, C. et Pontanier, R. 1993. Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semi-arid lands. Vol. I. A view from the South. *Restoration Ecology*, 1: 8-17.
- Berrahmouni, N., Tapsoba, F. et Berte, J.C. 2014. The Great Green Wall for the Sahara and the Sahel Initiative: building resilient landscapes in African drylands. In M. Bozzano, R. Jalonen, E. Thomas, D. Boshier, L. Gallo, S. Cavers, S. Bordács, P. Smith et J. Loo, édés. *Genetic considerations in ecosystem restoration using native tree species*. State of the World's Forest Genetic Resources Thematic Study (Rapport sur l'état des ressources génétiques forestières mondiales). Rome, FAO et Bioversity International.
- Bremner, J., Lopez-Carr, D., Suter, L., Davis, J. 2010. Population, poverty, environment, and climate dynamics in the developing world. *Interdisciplinary Environmental Review*, 11: 112-26.
- Cook, F.E.M. 1995. Economic Botany Data Collection Standard. Royal Botanic Gardens (Kew) (disponible sur <http://www.cabdirect.org/abstracts/19950316220.html>).
- CUA/APGMV (Commission de l'Union africaine/Agence panafricaine de la Grande muraille verte). 2012. *Stratégie régionale harmonisée de mise en œuvre de l'Initiative «Grande muraille verte pour le Sahara et le Sahel»* (disponible sur http://www.fao.org/fileadmin/templates/great_green_wall/docs/Strate%CC%81gie_harmonise%CC%81e_GGWSSI.pdf).
- FAO. 2015. *Africa's Great Green Wall reaches out to new partners* (disponible sur <http://www.fao.org/news/story/en/item/210852/icode/>).
- Fingar, C.T. éd. 2008. *Global trends 2025: a transformed world*. Washington, DC, US Government Printing Office (disponible sur http://news.bbc.co.uk/1/shared/bsp/hi/pdfs/21_11_08_2025_Global_Trends_Final_Report.pdf).
- GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat). 2014. *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability*. Cambridge, Royaume-Uni, Cambridge University Press. (Résumé à l'intention des décideurs en français: *Changements climatiques 2014 – Incidences, adaptation et vulnérabilité*. GIEC, Suisse).
- McShane, T.O., Hirsch, P.D., Trung, T.C., Songorwa, A.N., Kinzig, A., Monteferri, B., Mutekanga, D., Thang, H., Dammert, J.L., Pulgar-Vidal, M., Welch-Devine, M., Brosius, J.P., Coppolillo, P. et O'Connor, S. 2011. Hard choices: making trade-offs between biodiversity conservation and human well-being. *Biological Conservation – The New Conservation Debate: Beyond Parks vs. People*, 144: 966-72.
- Nakhooda, S., Caravani, A., Bird N. et Schalatek L. 2011. *Climate finance fundamentals: regional briefing: Sub Saharan Africa*. Heinrich Böll Stiftung North America and Overseas Development Institute (disponible sur <http://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/7474.pdf>).
- OCDE/CSAO (Organisation de coopération et de développement économiques/Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest). 2014. *Un atlas du Sahara-Sahel: géographie, économie et insécurité*. Cahiers de l'Afrique de l'Ouest. Paris, Éditions OCDE.
- Turner, W.R., Brandon, K., Brooks, T.M., Gascon, C., Gibbs, H.K., Lawrence, K.S., Mittermeier, R.A. et Selig, E.R. 2012. Global biodiversity conservation and the alleviation of poverty. *BioScience*, 62: 85-92.
- Weber, T.K. et Horst, S. 2011. Desertification and livestock grazing: the roles of sedentarization, mobility and rest. *Pastoralism: Research, Policy and Practice*, 1(1): 1-11. ♦

Restauration des forêts et des terres dégradées en Asie du Sud-Est¹

S. Appanah, K. Shono et P.B. Durst



© FAO/NOEL CHUIS

Les programmes de restauration forestière mis en œuvre dans la région ont peu de chance de réussir sans une réforme des politiques et une participation des populations locales.

Simmathiri Appanah, aujourd'hui à la retraite, était Forestier principal au Bureau régional de la FAO pour l'Asie et le Pacifique. **Kenichi Shono** est Spécialiste des ressources forestières au Bureau régional de la FAO pour l'Asie et le Pacifique. **Patrick B. Durst** est Forestier principal au Bureau régional de la FAO pour l'Asie et le Pacifique.

La région de l'Asie du Sud-Est a donné naissance à quelques-unes des innovations scientifiques les plus importantes de l'histoire des forêts tropicales, comme le système agroforestier *taungya* et l'introduction du teck dans l'île de Java, où l'arbre s'est naturalisé, devenant un acteur essentiel de l'économie locale. Pourtant, ironie du sort, cette région a besoin aujourd'hui d'investissements massifs pour restaurer ses terres forestières dégradées.

S'étendant du Myanmar à l'ouest aux îles indonésiennes à l'est, l'Asie du Sud-Est contient la troisième concentration mondiale de forêts tropicales (FAO, 2010).

¹ Cet article s'inspire largement d'une étude plus approfondie de la restauration des paysages forestiers effectuée dans la région Asie-Pacifique (Appanah et Leslie, sous presse).

Les forêts de l'Asie du Sud-Est continentale sont constituées principalement de forêts mixtes décidues, et comprennent notamment les forêts prisées de teck. La sous-région insulaire détient de vastes zones de forêts sempervirentes à diptérocarpacées hautement productives. Elle comporte aussi de vastes zones de forêts montagneuses, mangroves et forêts marécageuses.

Ces forêts sont considérées comme les plus anciens écosystèmes tropicaux existants, connus pour leur remarquable biodiversité (MacKinnon *et al.*, 1996); 14 à 34 millions d'autochtones en dépendent pour leurs moyens d'existence

En haut: Forêt primaire à diptérocarpacées de basse altitude en Indonésie

Paysage forestier dégradé aux Philippines



© K. SHONO

(Mertz *et al.*, 2009). La très forte humidité prédominante dans la région a donné lieu à des forêts exceptionnellement productives, et en particulier à un vaste matériel sur pied d'essences ligneuses à forte valeur commerciale. La richesse constituée par ces arbres producteurs de bois est paradoxalement devenue un défi pour la survie même des forêts de la région. En effet, après la période postcoloniale, l'industrie du bois s'est accrue rapidement dans la région et l'exportation de bois durs tels que le teck et l'acajou des Philippines² a pris sa lancée. En 2011, le secteur forestier formel de la région fournissait des emplois à environ 1,25 million de personnes, générant 27,4 milliards de dollars des États-Unis de valeur ajoutée (FAO, 2014). Il s'agit en outre de la plus importante source de terres pour les plantations massives de cultures forestières marchandes orientées vers l'exportation, comme le caoutchouc, l'huile de palme et le cacao. Ainsi, en Indonésie et en Malaisie, environ 10 millions d'hectares sont affectés au palmier à huile, rapportant au total environ 30 milliards de dollars des États-Unis chaque année.

Dans le processus consistant à encourager une croissance économique fondée sur la conversion des forêts en terres agricoles,

la région a dû faire face à un déboisement de grande envergure et à une dégradation des forêts massive. Il a beaucoup été écrit sur les facteurs du déboisement et de la dégradation (voir par exemple, Geist et Lambin, 2002; De Jong, 2005). Si l'on différencie habituellement les facteurs selon qu'il s'agit de causes immédiates (directes) ou de causes sous-jacentes (indirectes), la réalité dérive généralement des interactions de celles-ci.

L'expansion agricole, qui comprend l'établissement de cultures permanentes (notamment de plantations commerciales), l'agriculture itinérante et la réinstallation des populations, a été l'une des causes majeures du déboisement et de la dégradation des terres dans la région (Butler, 2009; FAO, 2009). Cette extension de l'agriculture, ainsi que la demande accrue de biens forestiers, dérivent du développement économique et de l'augmentation du pouvoir d'achat dans de vastes segments de la société. Lorsque ce phénomène s'accompagne d'une croissance de la population, le déboisement ne fait que s'amplifier. La hausse de la production de biocarburants a mis une pression supplémentaire sur les forêts. De même, le développement de l'énergie hydraulique s'est traduit par une perte significative de superficie forestière. Or, ce déboisement élevé est cautionné par les politiques, qui encouragent fortement la croissance agricole et le développement des transports et des infrastructures.

Des politiques d'utilisation des terres inappropriées, associées à des politiques transmigratoires, en Indonésie par exemple, ont conduit à ouvrir les forêts aux installations humaines. Durant ce processus, des terres inaptées à l'agriculture ont été tout d'abord mises à disposition puis abandonnées, après l'échec des initiatives agricoles. À cela s'est ajouté, exacerbant le problème, le manque de reconnaissance des droits traditionnels des communautés locales en matière d'utilisation des ressources forestières et d'accès à celles-ci. En l'absence d'un régime foncier approprié et d'une meilleure productivité agricole, les agriculteurs sans terres ont continué à empiéter sur les réserves forestières.

L'exploitation forestière en tant que telle se traduit rarement directement par le déboisement, mais les mauvaises pratiques d'abattage ont conduit à une vaste dégradation des forêts. S'il existe bien des méthodologies garantissant de bonnes pratiques de récolte forestière (comme les codes régionaux et nationaux d'exploitation forestière [FAO, 1999]), ces dernières ne sont pas toujours mises en œuvre efficacement et les réglementations visant à assurer la durabilité des opérations sont souvent mal appliquées. Aussi les forêts se dégradent et deviennent de plus en plus vulnérables à l'empiètement, aux feux, aux ravageurs et aux maladies. Citons à titre d'exemple l'augmentation actuelle des incendies de forêt, qui étaient auparavant

² L'appellation «acajou des Philippines» est employée pour désigner un certain nombre d'espèces ligneuses commerciales du genre *Shorea*. Ce bois a aussi d'autres noms communs, comme «meranti» et «lauan».

TABLEAU 1. Étendue des terres forestières (2015) et tendances de l'évolution des forêts (1990-2015)

Pays	Superficie forestière, 2015		Taux de variation annuelle							
			1990-2000		2000-2005		2005-2010		2010-2015	
	1 000 ha	% de la superficie des terres	1 000 ha/an	%	1 000 ha/an	%	1 000 ha/an	%	1 000 ha/an	%
Brunéi Darussalam	380	72,1	-1,6	-0,4	-1,7	-0,4	0	0	-1,3	-0,3
Cambodge	9 457	53,6	-139,8	-1,1	-145,2	-1,3	-127,4	-1,3	-139,5	-1,2
Indonésie	91 010	53,0	-1 913,6	-1,7	-497,7	-0,5	-684,4	-0,7	-1 101,4	-1,1
Malaisie	22 195	67,6	-78,5	-0,4	53,3	0,2	14,2	0,1	-7,2	0
Myanmar	29 041	44,2	-435,0	-1,2	-309,5	-0,9	-546,4	-1,8	-407,1	-1,2
Philippines	8 040	27,0	47,2	0,7	-18,7	-0,3	240,0	3,3	59,4	0,8
République démocratique populaire lao	18 761	81,3	-111,9	-0,7	129,0	0,8	189,2	1,0	44,7	0,2
Singapour	16	23,4	0	0	0	0	0	0	0	0
Thaïlande	16 399	32,1	300,6	2,0	-76,2	-0,5	30,0	0,2	95,8	0,6
Timor-Leste	686	46,1	-11,2	-1,2	-11,2	-1,4	-11,2	-1,6	-11,2	-1,4
Viet Nam	14 773	47,6	236,4	2,3	240,1	1,9	129,0	0,9	216,4	1,8
Total	210 758	-	-2 107,4	-0,1	-637,8	-0,1	-767,0	-0,1	-1 251,4	-0,1

Source: FAO, 2015.

rare dans les forêts naturelles de l'Asie du Sud-Est (Wooster *et al.*, 2012). De nombreuses autres politiques et réglementations, notamment les faibles redevances d'exploitation et taxes d'abattage dans les concessions forestières, de même que des investissements inadéquats en matière d'aménagement des forêts, se sont traduits par une mauvaise gestion et par la conversion subséquente des terres forestières à d'autres utilisations. De manière globale, la situation de l'Asie du Sud-Est est le fruit de la croissance économique rapide de la région, qui s'est fréquemment produite aux dépens des questions d'environnement et de biodiversité. Cela nous amène au cœur de la question: Combien de terres forestières dégradées est-il possible de restaurer? Sur quelles expériences peut-on s'appuyer pour guider de telles initiatives?

ÉTENDUE DES TERRES FORESTIÈRES DÉGRADÉES

Au début des années 90, l'Asie du Sud-Est abritait environ 15 pour cent des forêts tropicales de la planète (FAO, 1995). Le couvert forestier a diminué depuis, passant de quelque 242 millions d'hectares en 1990 à environ 211 millions d'hectares en 2015 (tableau 1). Cela représente une perte de 31,3 millions d'hectares, une superficie comparable à la taille de la Malaisie, en à peine 25 ans. Les seules tendances positives viennent des Philippines, de la République démocratique populaire lao,

de Thaïlande et du Viet Nam, qui affichent un accroissement de superficie forestière. On obtient une nouvelle perspective en comparant la perte annuelle de superficie forestière en Asie du Sud-Est, qui s'élève à plus de 1,25 million d'hectares, à la perte annuelle mondiale, de l'ordre de 5,17 millions d'hectares (FAO, 2015).

Cependant, aux fins de la restauration, il serait plus utile d'estimer les surfaces existantes de forêts dégradées, terres déboisées et zones abandonnées qui seraient susceptibles d'être remises en état. Tandis que le déboisement est relativement facile à estimer, l'ampleur de la dégradation forestière est bien plus difficile à quantifier. Selon les calculs de Achard *et al.* (2002), le taux annuel de dégradation forestière en Asie du Sud-Est dans les années 90 s'élevait à 1,1 million d'hectares, soit la moitié du chiffre mondial (tableau 2).

Si l'on tient compte du fait que les terres déboisées converties à d'autres utilisations

ne sont souvent pas disponibles pour les activités forestières, il est important de considérer l'étendue des forêts et terrains dégradés effectivement susceptibles d'être restaurés. D'après les estimations de l'OIBT (2002), l'Asie tropicale compte 125 millions d'hectares de terres forestières dégradées et 145 millions d'hectares de forêts primaires et secondaires dégradées. Le tableau 3 montre les estimations pour l'Asie du Sud-Est en termes de superficie totale des terres dégradées (prairies, terres arbustives et forêts secondaires dégradées) et des zones destinées à être reboisées dans divers pays (Lamb, 2011). Le pourcentage de terres et forêts dégradées varie considérablement selon les pays (le chiffre de 4 pour cent relatif à la Malaisie et à la Thaïlande apparaît sous-estimé), et pourrait ne pas nécessairement refléter la réalité sur le terrain. D'autres auteurs ont avancé des chiffres plus élevés, à savoir 169 millions d'hectares de terres et forêts

TABLEAU 2. Variations annuelles du couvert forestier (forêts semperviventes et saisonnières; à l'exclusion des forêts tropicales sèches) entre 1990 et 1997

Activité	Asie du Sud-Est		Globe	
	Millions d'hectares	%	Millions d'hectares	%
Déboisement	2,5	0,91	0,52	-0,4
Repousse	0,53	0,19	0,08	-1,1
Perte nette de terres forestières	2,0	0,71	0,43	-1,7
Forêts dégradées	1,1	0,42	0,20	-0,1

Source: Achard *et al.*, 2002.

TABLEAU 3. Estimations des superficies dégradées dans certains pays d'Asie du Sud-Est (prairies, terres arbustives et certaines forêts secondaires) et des terres potentiellement disponibles pour le reboisement (compilation de données de 1994 à 2007)

Pays	Superficie des terres dégradées (milliers d'hectares)	Pourcentage des terres dégradées	Superficies destinées à être reboisées (milliers d'hectares)
Cambodge	2 600	15	-
Indonésie	56 900	30	47 000
Malaisie	1 200	4	-
Philippines	9 300	31	5 500
République démocratique populaire lao	8 700	36	-
Thaïlande	2 300	4	-
Viet Nam	9 700	30	5 000

Source: Lamb, 2011.

dégradées en Asie du Sud-Est (Gilmour *et al.*, 2000) et, en Asie méridionale et orientale, 400 millions d'hectares de paysages déboisés et dégradés susceptibles d'être restaurés (Institut des ressources mondiales – WRI –, 2013). Inutile de dire que, d'après n'importe lesquelles de ces estimations, il existe de très vastes zones potentiellement disponibles pour la restauration.

APPROCHES DE RESTAURATION FORESTIÈRE – SOLUTIONS TECHNIQUES

Du point de vue de la protection de l'environnement, de la biodiversité et des avantages économiques, la meilleure option serait de ramener les nombreuses terres forestières dégradées de la région à un certain niveau de productivité. Comme cela a été évoqué dans l'introduction, les pratiques de restauration ne sont pas nouvelles pour la foresterie de l'Asie du Sud-Est. À Java, le teck, probablement introduit il y a 400 à 600 ans, a été naturalisé (Troup, 1921, pp. 697-769) et pousse actuellement au sein de plantations et d'agroforêts. Le système connu sous le nom de *taungya*, introduit en 1856 par Dietrich Brandis en Birmanie (actuel Myanmar) pour reboiser des zones d'agriculture itinérante en plantant du teck, est fréquemment associé aux débuts de la foresterie scientifique dans les tropiques (Blanford, 1958). Ce modèle a été très largement utilisé depuis en Asie du Sud-Est (Appanah et Weinland, 1993). Suite à ces premières initiatives, de multiples techniques de restauration ont été développées et testées, sur lesquelles nous nous pencherons plus loin.

Voici ce qui devrait constituer le point de départ: Que souhaitons-nous restaurer, quelles sont les techniques de restauration dont nous disposons, et quelles politiques sont nécessaires pour pouvoir effectivement restaurer les forêts? Si l'on classe de manière large les forêts dégradées en fonction des perturbations sous-jacentes et des anciennes pratiques d'utilisation des terres (Chokkalingam et De Jong, 2001), on trouve notamment les catégories suivantes: forêts secondaires dérivant de catastrophes naturelles ou de la coupe d'arbres, culture sur brûlis, forêts secondaires non destinées à l'exploitation et abandonnées, et terres dégradées complètement stériles ou dominées par des herbes telles *Imperata*.

Il existe tout un éventail de techniques de restauration forestière, surtout la régénération naturelle, les plantations en monoculture et les plantations d'espèces multiples. Cette dernière technique relève elle-même d'approches variées: agroforesterie, plantations non équiennes, plantations équiennes avec espèces à rotation courte ou longue, mélanges d'espèces visant à restaurer les écosystèmes forestiers autochtones («espèces cadres» [Elliott *et al.*, 2013]), et mosaïques de monocultures. Lamb (2011) présente un tableau complet des différentes techniques de restauration. Celles-ci correspondent aux besoins et objectifs divers de toute la gamme de producteurs forestiers, des petites exploitations aux grandes plantations industrielles, et couvrent une vaste gamme en termes de coûts et avantages.

Pour améliorer le matériel sur pied des forêts naturelles dégradées, l'approche la plus couramment utilisée est la plantation d'enrichissement (plantation en ligne ou

espacée), les semis des espèces souhaitées faisant partie intégrante de la gestion sylvicole du peuplement. Toutefois, la démarche de restauration forestière la plus commune consiste à établir des plantations arboricoles commerciales (Lamb, 2011). Des monocultures aussi bien que des plantations mixtes ont été établies en Asie du Sud-Est. Malgré les avantages offerts par les plantations mixtes en termes d'accroissement de la biodiversité, renforcement de la protection des bassins versants et augmentation du piégeage du carbone (Kanowski *et al.*, 2005; Zhou *et al.*, 2002; Russell *et al.*, 2004), les monocultures d'essences exotiques continuent à être privilégiées dans les plantations commerciales, du fait de leur caractéristiques sylvicoles et de leur productivité bien connues (FAO, 2001). Bien qu'elles visent par nature au profit, les grandes plantations industrielles peuvent néanmoins être à l'origine de bénéfices socioéconomiques variés pour les communautés locales, particulièrement sous forme d'emplois et d'opportunités marchandes.

Diverses méthodes de restauration écologique consistant à planter essentiellement des essences forestières autochtones ont été développées pour reboiser des terres dégradées (Lamb *et al.*, 2005). Certaines de ces méthodes visent à recréer un écosystème aussi proche que possible de l'original, tandis que d'autres s'efforcent de mettre en place un système fonctionnel, efficace et autosuffisant, comprenant autant d'espèces originales qu'il est réalisable dans la pratique. L'établissement d'arbres autochtones, en formation dense ou de façon décalée, s'est inscrit, avec des résultats prometteurs, dans la mise en œuvre de divers modèles de plantation, notamment la méthode des «espèces cadres» et l'approche dite de la *rainforestation* (conversion de terres en forêt pluviale; de l'anglais *rainforest*, forêt pluviale, et *afforestation*, boisement) (voir par exemple Goosem et Tucker, 1995; FORRU, 2005; Shono *et al.*, 2007; RFRI, 2015). Les considérables apports financiers requis, qui peuvent aller de 2 000 à plus de 11 000 dollars des États-Unis par hectare selon les conditions du site et les circonstances (Elliot, 2011), conjugués à la complexité des méthodes, limitent cependant l'application de ces dernières à des projets relativement restreints (Lamb, 1998).

Une approche de restauration simple et rentable, qui tire parti du potentiel de

récupération naturelle des écosystèmes forestiers, est la régénération naturelle assistée, introduite aux Philippines dans les années 80 (Dalmacio, 1989; FAO, 2011a). La régénération naturelle assistée accélère la succession car elle convertit des zones de végétation dégradée en forêts plus productives en enlevant ou réduisant les obstacles à la régénération forestière naturelle (concurrence des herbes adventices, feux et autres perturbations récurrentes). Le coût de la restauration forestière s'appuyant sur la régénération naturelle assistée est généralement de l'ordre de moins de la moitié de celui des approches de reboisement conventionnel (Bagong Pagasa Foundation, 2009). L'agroforesterie est également en train de prendre de l'ampleur, en tant que technique de restauration et stratégie d'adaptation au changement climatique, mais elle est surtout pertinente pour les exploitations de petite dimension (Winterbottom, 2014). En même temps qu'elle introduit sur les terres agricoles les avantages procurés par les forêts (comme

Herbe compactée sur une terre dégradée dans les Philippines, partie intégrante de l'approche de restauration forestière fondée sur la régénération naturelle assistée

les services écosystémiques et produits utiles), l'intégration de cultures et d'arbres permet de s'assurer que les producteurs n'iront pas à l'encontre d'un manque de revenus sur le court terme.

Études de cas nationales

Les pays de l'Asie du Sud-Est ont eu des expériences variées en matière de restauration forestière, selon les modes de développement économique, les régimes de gouvernance, le contexte social, les conditions biophysiques et les autres facteurs qui ont façonné leur modèle d'utilisation des ressources forestières. La plupart de ces pays ont connu un déboisement massif. Certains subissent encore de telles pertes, tandis que d'autres sont parvenus à inverser le phénomène. Les avancées passées se sont appuyées essentiellement sur l'établissement de monocultures d'espèces exotiques. Toutefois, de nombreux pays commencent à reconnaître l'importance de la prise en compte d'objectifs plus vastes dans la restauration forestière à l'échelle du territoire. Ces expériences nationales, ainsi que la gamme d'approches techniques utilisées, sont rapidement synthétisées dans cette section.

Indonésie

Si l'Indonésie bénéficie encore d'un couvert forestier relativement important (53 pour cent), elle continue à faire face à une sévère dégradation et à une perte significative de superficie forestière au profit d'autres utilisations des terres, principalement l'agriculture, en particulier pour l'huile de palme. Si, traditionnellement, les populations dépendaient largement des forêts pour leurs moyens de subsistance, cette option est devenue moins viable dans le contexte de politiques centrées sur la conversion des terres en cultures de rente et sur la production de bois. Au cours des 50 dernières années, il y a eu 150 projets officiels de restauration forestière répartis sur 400 sites à travers le pays (Nawir *et al.*, sous presse). Les approches techniques employées comprennent l'établissement de plantations industrielles d'espèces exotiques à croissance rapide, la foresterie communautaire, la plantation d'espèces arboricoles prisées sur des terres privées, l'agroforesterie, la plantation d'enrichissement au moyen d'essences natives et la régénération naturelle assistée. Cependant, les résultats de ces efforts de reboisement ont été largement insatisfaisants du fait



d'un manque de participation des communautés locales, de questions foncières, d'une implication inefficace du secteur privé, d'une décentralisation prématurée, et d'autres problèmes. Le Gouvernement a pris des dispositions pour accentuer la participation des populations dans la restauration des forêts. Les nouvelles approches comprennent l'établissement de zones de gestion forestière régionale, au sein desquelles l'utilisation de la forêt, sa remise en état et la responsabilisation des communautés locales sont mises en œuvre de manière intégrée. Cela crée les conditions potentielles pour la restauration de vastes superficies de terres dégradées, suivant une approche à l'échelle du territoire.

Malaisie

Si la Malaisie est parvenue à maintenir un couvert forestier conséquent et une gestion relativement bonne des forêts naturelles, les enjeux liés à la remise en état des forêts dégradées et à la restauration des terres incultes (anciennes mines, terres agricoles abandonnées) ont également reçu une attention considérable de l'État. Dès 1900, se sont levées des inquiétudes concernant la disparition d'espèces recherchées à cause de la surexploitation d'espèces commerciales (comme *Palaquium gutta* pour la gutta-percha³, et *Intsia palembanica* et *Neobalanocarpus heimii* – bois durs pour les traverses de chemin de fer). De jeunes plants de ces espèces souhaitées ont été établis dans des plantations et par rangées dans des forêts dégradées. Toujours au début du XX^e siècle, d'anciennes exploitations minières ont également été boisées, au moyen d'espèces tout autant exotiques qu'indigènes (Wyatt-Smith, 1963). Ces expériences précoces ont ensuite servi de base à l'aménagement des forêts dégradées et des terres incultes. Au milieu des années 50, de vastes expérimentations d'établissement de teck (*Tectona grandis*) ont été introduites dans les États du nord de la Malaisie péninsulaire. Dans les années 70, des plantations compensatoires, pour l'essentiel d'essences exotiques telles que *Acacia* et *Gmelina*, ont été introduites pour faire face à la réduction de la production de bois issue des forêts naturelles. L'État de

³ Utilisée comme matériau isolant pour les premiers câbles télégraphiques sous-marins.



Un jeune homme plante des eucalyptus pour enrayer l'érosion dans le bassin supérieur du fleuve Solo, en Indonésie

Sabah a instauré en 1997 des concessions de gestion forestière durable sur 100 ans, où l'exigence d'une restauration des sites dégradés fait partie intégrante du permis (Toh et Grace, 2005). L'État a également mis en œuvre de grands projets de restauration et redressement en coopération avec la fondation néerlandaise FACE et d'autres partenaires (Reynolds *et al.*, 2011). En outre, les États de Sabah et Sarawak ont lancé d'importants programmes de plantation mêlant espèces exotiques et indigènes. Malgré ces expérimentations et recherches de grande envergure dans le champ de la restauration, le manque de politiques appropriées, d'incitations et d'implication des communautés a freiné les tentatives pour restaurer les terres forestières dégradées et accroître le couvert forestier du pays.

Myanmar

Si Myanmar a une riche histoire de gestion forestière, celle-ci s'est essentiellement centrée sur les forêts naturelles. Les plantations forestières sont demeurées marginales, et la foresterie communautaire n'a pas été pleinement mise en œuvre. Les principaux efforts du Myanmar pour restaurer le couvert forestier ont porté sur l'établissement de plantations

commerciales d'espèces autochtones (teck, *Xylia*, *Pterocarpus*, pin, etc.), les plantations d'espèces exotiques à croissance rapide, la restauration des bassins versants, et les plantations visant à répondre à la demande locale de bois, pour l'essentiel de bois de chauffe. Le système *taungya*, qui incorpore des cultures agricoles annuelles durant les premières années d'établissement de plantations forestières, est encore largement utilisé pour réhabiliter les terres dégradées. Par ailleurs, dans les forêts naturelles, des plantations d'enrichissement sont effectuées après la récolte. La remise en état des forêts naturelles dégradées est également reconnue comme une stratégie efficace et rentable de restauration forestière. Cependant, avec un budget minimal de 6 dollars des États-Unis par hectare, les impacts positifs de tels efforts ont mis du temps à se faire jour (Kaung, sous presse). Si le besoin d'intensifier la restauration forestière apparaît urgent, il manque encore les conditions essentielles pour pouvoir y répondre, à savoir les politiques, le cadre institutionnel et les connaissances techniques appropriés.

Philippines

Les Philippines ont connu un rythme élevé de déboisement à partir des années 70, le couvert forestier ayant chuté à 20 pour cent en 1990. Une grande variété de techniques de reboisement ont été introduites dans le pays, notamment la plantation d'espèces exotiques à croissance rapide, les plantations d'enrichissement dans les forêts dégarnies, la restauration au moyen d'essences autochtones, la régénération naturelle assistée, et l'agroforesterie. Toutefois, ces efforts ont été par le passé entravés par des mesures de protection et de maintenance inadéquates. En 2011, le Gouvernement des Philippines a lancé le Programme de verdissement national, qui vise à faire croître 1,5 milliard d'arbres sur plus de 1,5 million d'hectares à travers le pays d'ici 2016. La stratégie du programme comprend des composantes concernant la mobilisation sociale, l'agroforesterie, les partenariats et la collaboration, la lutte contre la pauvreté, et le régime foncier et les droits d'utilisation des terres. La moitié des arbres devant être plantés dans ce cadre sont des essences forestières natives, les espèces agroforestières constituant l'autre moitié. Le programme a bénéficié d'un budget national conséquent, qui a atteint 5,8 milliards de pesos philippins

(approximativement 130 millions de dollars des États-Unis) en 2013 (DENR, 2015). Grâce à ce programme, la perte de forêts a été enrayerée et le couvert forestier a lentement commencé à s'accroître (FAO, 2010).

Thaïlande

Le pays ayant connu une déforestation rapide due à l'empiètement, à l'abattage illégal, aux feux et à d'autres causes, une interdiction d'exploiter les forêts naturelles a été imposée en 1989. Les approches de restauration forestière en Thaïlande ont évolué au cours du temps. Au début, des essences autochtones (pour l'essentiel *teck*, *Pterocarpus*, *Dalbergia*) ont été plantées, pour compenser la baisse de productivité des forêts naturelles. Dans les années 70, les pins et les acacias ont été utilisés pour protéger les bassins versants dégradés, tandis que des espèces exotiques à croissance rapide (*Eucalyptus*, *Acacia*, *Peltophorum*) ont servi à récupérer les réserves forestières victimes de l'empiètement. Depuis les années 80, de grandes entreprises ont développé des plantations d'eucalyptus pour la production de pâte. S'il a été introduit bien auparavant, le bois d'hévéa (connu aussi sous le nom de *parawood*) est devenu une importante matière première pour la

fabrication de meubles dans les années 90, aussi le Département de l'agriculture a-t-il étendu la plantation d'hévéas. Depuis les années 90, en plus du Royal Forest Department – Ministère des forêts – et de la Forest Industry Organization – Organisation de l'industrie forestière –, le secteur privé et les agriculteurs ont également été impliqués dans la restauration forestière; au travers d'actions de boisement, de la remise en état de concessions forestières et de programmes de foresterie sociale, la superficie des plantations forestières s'est accrue, atteignant 3,986 millions d'hectares.

Viet Nam

À l'aube des années 90, le couvert forestier vietnamien était tombé à 27 pour cent de la superficie, en raison de la surexploitation, de l'agriculture itinérante, de l'empiètement et des dégâts causés par la guerre. Cette tendance a été inversée, principalement grâce à deux vastes programmes de restauration menés dans les années 90 (le Programme 327 et le «Five Million Hectares Reforestation Program», programme se proposant de reboiser cinq millions d'hectares). Conjugués, ils ont eu pour résultat de créer 4,4 millions d'hectares de forêts, comprenant 2,5 millions d'hectares



Plants d'essences natives prêts à être établis sur le terrain en Thaïlande



**Terres forestières dégradées
reboisées par des communautés
locales en Thaïlande**

de plantations avec une prédominance d'espèces exotiques à croissance rapide. Cela s'est traduit par un accroissement du couvert forestier, parvenu à 44 pour cent en 2010 (FAO, 2010). Il s'agissait essentiellement de plantations en monoculture d'essences exotiques, lancées par des agences gouvernementales avec l'appui de donateurs. Cela a aussi permis de créer des emplois pour les populations rurales et a accru par conséquent les revenus que celles-ci tirent des forêts. Des propriétaires terriens privés ont aussi spontanément reboisé des terres sans aide extérieure, du fait d'une clarification du régime foncier et d'un assouplissement du cadre juridique réglementant la production et la commercialisation de bois. Les approches techniques de restauration forestière au Viet Nam peuvent être classées en deux groupes: reboisement/boisement au travers de l'établissement de plantations forestières (l'approche prédominante); et restauration des forêts naturelles par zonage des aires forestières favorisant la protection, la promotion de la régénération naturelle et

la plantation d'enrichissement. Alors que le Viet Nam s'approche de son objectif, à savoir 45 pour cent de couvert forestier, il apparaît de plus en plus nécessaire de renforcer l'importance des services écosystémiques forestiers. C'est dans ce contexte que le Gouvernement examine actuellement des démarches visant à accroître la valeur des forêts naturelles grâce au paiement des services environnementaux (PSE), en se concentrant principalement sur les fonctions des bassins versants et le piégeage du carbone, sans oublier la biodiversité et la conservation génétique.

RESTAURATION FORESTIÈRE – RÉUSSITES ET CONDITIONS FAVORABLES

Bien qu'il y ait une longue histoire de restauration forestière et un vaste éventail d'expériences, les réussites mesurables à une échelle nationale sont rares. Les plantations de teck indonésiennes qui recourent au système *taungya* apparaissent exemplaires. Des monocultures d'essences exotiques à croissance rapide

(principalement *Acacia*, *Eucalyptus* et *Gmelina* spp.) plus vastes ont été instaurées en Asie du Sud-Est, essentiellement pour la production de pâte, de combustible ligneux et de bois peu coûteux. Le *parawood*, produit final des vieilles plantations d'hévéas, est devenu une importante source de bois pour l'industrie du meuble en Malaisie, en Thaïlande et au Viet Nam. Mais les efforts de restauration de la région sont davantage jalonnés d'échecs que de succès. L'exception remarquable est représentée par le Viet Nam, qui s'est montré capable de redresser considérablement son couvert forestier grâce à ses vastes programmes de restauration des forêts.

Cela nous amène à la question essentielle des conditions favorisant la réussite. La restauration coûte de l'argent, et il apparaît utile d'examiner ce que sont ces coûts (Enters et Durst, 2004). Les coûts de la restauration forestière se sont révélés difficiles à estimer, dans la mesure où

ils dépendent des méthodes, des lieux et d'autres facteurs. Une généralisation que l'on peut faire toutefois est que les coûts de la restauration seront déterminés par le stade de dégradation, là où les coûts de la protection sont relativement faibles mais les coûts d'une amélioration complète du site et d'une plantation bien plus élevés. La table 4, établie à partir de diverses sources (Elliott *et al.*, 2013; Nawir *et al.*, 2014), indique que les coûts varient de 300 à 8 900 dollars des États-Unis, selon l'état de dégradation. Dans une large mesure, les coûts et le budget disponible dicteront le type de restauration qu'il est possible de pratiquer. Ainsi le secteur privé s'est-il centré principalement sur les plantations pures d'espèces à croissance rapide. Cependant, les initiatives mettant l'accent sur les services environnementaux requièrent un financement plus innovant. Actuellement, les approches se proposant de financer l'atténuation des effets du changement climatique liée aux forêts, particulièrement les marchés volontaires de carbone, la REDD+ et le paiement des services environnementaux (PSE), bénéficient d'une très grande attention et suscitent des attentes considérables, à savoir que de tels moyens puissent fournir les fonds nécessaires pour accélérer la restauration forestière. En combinant les approches, il devrait être possible de maintenir les coûts à des niveaux gérables tout en restaurant encore de vastes zones de forêts dégradées et terres incultes.

Avec la montée de l'inquiétude mondiale face au changement climatique, l'intérêt pour le reboisement et la réduction de la déforestation est croissant; les approches de restauration peuvent également s'inscrire dans divers accords internationaux tels que la Convention sur la diversité biologique (CDB), la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), le Mécanisme pour un développement propre (MDP) du Protocole de Kyoto et la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (UNCCD). Tout cela a conduit à la formation du Partenariat mondial sur la restauration des forêts et des paysages (GPFLR), qui vise à catalyser la restauration forestière et qui a été suivi d'engagements de la part de divers pays. Cela comprend entre autres le Défi de Bonn, qui se propose de restaurer 150 millions d'hectares de

TABLEAU 4. Exemples de coûts de diverses approches de restauration

Stade de dégradation	Méthode	Pays	Date	Coûts actuels (USD)
Stade 1	Protection	Thaïlande	-	300-350
Stade 2	Régénération naturelle assistée	Philippines	2006-2009	638-739
Stade 3	Méthode des espèces cadres	Thaïlande	2006	2071
Stade 4	Amélioration des sites miniers au moyen d'une diversité maximale	Brésil	1985	8890

Sources: D'après Elliott *et al.*, 2013; Nawir *et al.*, 2014.

terres déboisées et dégradées, et l'engagement de l'Organisation de coopération économique Asie-Pacifique (APEC) à augmenter de 20 millions d'hectares le couvert forestier des pays de l'APEC d'ici 2020. Les campagnes nationales de plantation d'arbres ont suivi, comme le Programme de verdissement national des Philippines, visant à reboiser 1,5 million d'hectares d'ici 2016. Il y a eu en outre des initiatives en matière de recherche et de formation (FORSPA⁴ et FORRU⁵ par exemple), et des programmes régionaux (AKEKOP⁶, APFNet⁷, GIZ⁸ et JICA⁹) conçus pour appuyer la restauration des forêts dégradées en Asie du Sud-Est. Ces programmes et institutions sont en train d'aider à créer la dynamique, les connaissances et les ressources financières nécessaires pour de plus amples programmes de restauration forestière.

Il est important de prendre adéquatement en compte les aspects techniques de la restauration de façon à éviter des échecs majeurs. Toutefois, un récent aperçu de la restauration forestière en Asie et dans le Pacifique (Appanah, sous presse) souligne que les questions techniques sont souvent secondaires par rapport aux questions politiques, institutionnelles et sociales. Les politiques relatives au régime foncier et à l'équité sont souvent défavorables, restrictives et dépourvues de mesures incitant les communautés à remettre

en état les forêts. Elles ne parviennent souvent pas non plus à faciliter une prise de décision participative et une implication effectives des parties prenantes. Le remarquable programme de restauration du Viet Nam n'a été possible que grâce à des politiques de soutien qui ont mis au clair les questions de régime foncier et forestier et encouragé la participation des populations aux actions. Les pays qui se sont lancés dans la foresterie communautaire commencent à afficher une stabilité et un accroissement de leur couvert forestier. Le passage d'une gestion forestière contrôlée par l'État à une participation de la population, avec un fort accent mis sur la lutte contre la pauvreté, pourrait donner les moyens d'appuyer les efforts de restauration dans la région. Cela pourrait être encore renforcé en réduisant nombre des réglementations trop contraignantes pour les exploitants forestiers locaux, par exemple les entraves à la production, l'exploitation et la commercialisation de bois. Lever ces obstacles pourrait aussi encourager le secteur privé à investir dans la foresterie, considérée comme entreprise commerciale à long terme (FAO, 2011b; FAO, 2012). De même, une meilleure gouvernance aiderait à éradiquer les paiements informels ou les extorsions, et ainsi à accroître la rentabilité des cultures arboricoles. Par ailleurs, les changements politiques et législatifs en dehors du secteur forestier, comme la classification de l'usage du sol et l'octroi de crédits préférentiels, se sont révélés avoir des effets positifs sur les actions de restauration forestière.

Outre les politiques d'appui, d'autres leçons peuvent être tirées des réussites régionales, notamment les suivantes:

- *Soutien au niveau national*: De nombreux efforts de restauration forestière réussis s'inscrivent dans des initiatives à l'échelle nationale dotées d'un fort

⁴ Programme d'appui à la recherche forestière pour l'Asie et le Pacifique de la FAO.

⁵ Forest Restoration Research Unit – Unité de recherche sur la restauration forestière –, Université de Chiang Mai, Thaïlande.

⁶ Projet de coopération environnementale Association des nations de l'Asie du Sud-Est (ASEAN)-Corée.

⁷ Réseau de la région Asie-Pacifique pour la gestion durable et la remise en état des forêts.

⁸ Coopération internationale allemande.

⁹ Agence de coopération internationale japonaise.

soutien politique, de financements et d'un suivi efficace, qui examine régulièrement les résultats et réajuste les actions en fonction d'informations en retour objectives. La mise en œuvre la plus pertinente se fait sur une période de 10 à 20 ans, de sorte que les résultats significatifs peuvent être démontrés de manière pratique. Ce sont une vision et un engagement à long terme de ce type qui ont conduit aux excellents résultats de redressement vietnamiens de même qu'à l'inversion de tendance des pertes forestières aux Philippines, suite au Programme de verdissement national.

- *Institutions*: L'un des obstacles les plus importants semble être le contrôle rigide des forêts par l'État, qui limite le rôle des communautés et du secteur privé. Là où les institutions gouvernementales se montrent flexibles et s'adaptent à l'environnement changeant et aux besoins des parties prenantes, les réussites sont plus probables (FAO, 2008). Le Viet Nam, et aujourd'hui l'Indonésie et les Philippines, réalisent actuellement de telles transformations positives.

- *Soutien d'autres secteurs*: Reconnaissant l'impact majeur que d'autres secteurs (comme l'agriculture, l'énergie, les transports et le développement urbain) ont sur les forêts, il est essentiel de garantir que leur rôle nocif sur ces dernières soit minimisé et atténué.

- *Diversité des services rendus par les forêts*: Plutôt que d'avoir une vision étroite des forêts comme simple source de bois, les efforts de restauration réussis reconnaissent les valeurs variées des forêts, en particulier tout l'éventail des services environnementaux. La diversification peut être renforcée en leur attribuant une valeur, notamment au travers de la promotion des PSE.

- *Participation communautaire*: Le facteur essentiel ayant apporté d'immenses changements et bénéfiques en matière de restauration forestière est l'implication effective des populations locales dans les programmes de restauration. Le Viet Nam l'a déjà montré, et d'autres pays comme l'Indonésie et les Philippines suivent, s'appliquant à accroître la participation des communautés dans la gestion des forêts.

Actuellement, une approche territoriale de la restauration forestière est en train d'être promue en Asie du Sud-Est (voir par exemple Mansourian *et al.*, 2005; Lamb, 2011; Appanah et Leslie, sous presse). Le Mécanisme de restauration des forêts et des paysages, lancé par la FAO en juin 2014, tente d'intégrer les actions de restauration forestière et les objectifs souhaitables à l'échelle du territoire, déterminés de manière participative par tous les acteurs, et établit un équilibre entre les fonctions de conservation et de production (McGuire, 2014). En effet, cette approche rassemble tous les facteurs identifiés plus haut et qui constituent la base du succès de la restauration forestière.

CONCLUSIONS

Les forêts tropicales d'Asie du Sud-Est sont des écosystèmes uniques, d'une valeur inestimable pour le maintien de l'environnement mondial et ayant pourvu à la subsistance de millions de personnes pendant des millénaires. La surexploitation et la mauvaise gestion se sont traduites par une immense surface de terres forestières dégradées dans la région. Inverser ce processus



Forêt marécageuse
primaire au
Brunéi Darussalam

© K. SHONO

de dégradation en restaurant les forêts et les terres peut engendrer de nombreux avantages, mesurables en termes d'accroissement des services environnementaux et des biens forestiers. Les techniques visant à la remise en état de ces forêts sont nombreuses, et ont été bien testées sur le plan technique. Toutefois, des changements à l'échelle politique, législative et institutionnelle sont une condition indispensable pour assurer le succès de tous les programmes de restauration forestière de la région. La participation des populations locales à la restauration des forêts constitue peut-être la clé du succès la plus importante. ♦



Références

- Achard, F., Eva, H., Stibig, H.J., Mayaux, P., Gallego, J., Richards, T. et Malingreau, J-P.** 2002. Determination of deforestation rates of the world's tropical forests. *Science*, 297: 999-1002.
- Appanah, S.** (sous presse). Forest landscape restoration for Asia-Pacific forests – a synthesis. In Appanah, S. et Leslie, R., eds. *Forest landscape restoration for Asia-Pacific forests*. Bangkok, Bureau régional de la FAO pour l'Asie et le Pacifique et Centre de formation en foresterie communautaire pour la région Asie et Pacifique (RECOFTC).
- Appanah, S. et Leslie, R.** (éds) (sous presse). *Forest landscape restoration for Asia-Pacific forests*. Bangkok, Bureau régional de la FAO pour l'Asie et le Pacifique et RECOFTC.
- Appanah, S. et Weinland, G.** 1993. *Planting quality timber trees in Peninsular Malaysia*. Malayan Forest Record No. 338. Kuala Lumpur, Institut de recherche forestière de Malaisie (FRIM).
- Bagong Pagasa Foundation.** 2009. *Cost comparison analysis ANR vs. conventional reforestation*. Article présenté lors du séminaire de conclusion du projet de la FAO «Advancing the Application of Assisted Natural Regeneration (ANR) for Effective, Low-Cost Forest Restoration» (TCP/PHI/3010).
- Blanford, H.R.** 1958. Highlights of one hundred years of forestry in Burma. *Empire Forestry Review*, 37(1): 33-42.
- Butler, R.A.** 2009. Changing drivers of deforestation provide new opportunities for conservation. *Mongabay* (disponible sur <http://news.mongabay.com/2009/12/changing-drivers-of-deforestation-provide-new-opportunities-for-conservation/>).
- Chokkalingam, U. et De Jong, W.** 2001. Secondary forest: a working definition and typology. *International Forestry Review*, 3(1): 19-26.
- Dalmacio, M.V.** 1989. *Assisted natural regeneration: a strategy for cheap, fast and effective regeneration of denuded forest lands*. Manuscrit conçu par le Bureau régional du Ministère de l'environnement et des ressources naturelles (Department of Natural Environment Resources) des Philippines, Tacloban City, Philippines (non publié).
- De Jong, W.** 2005. Comprendre la dynamique des paysages forestiers. In *Restauration des paysages forestiers – Introduction à l'art et la science de la restauration des paysages forestiers*, pp. 55-62. Série technique OIBT n° 23. Yokohama, Organisation internationale des bois tropicaux.
- DENR (Department of Natural Environment Resources).** 2015. Site Internet du Ministère de l'environnement et des ressources naturelles des Philippines (disponible sur <http://www.denr.gov.ph/>).
- Elliott, S.** 2011. *Plotting a pathway towards restoring tropical forests for biodiversity recovery*. Chiang Mai, Thaïlande, Forest Restoration Research Unit (FORRU), Université de Chiang Mai.
- Elliott, S.D., Blakesley, D. et Hardwick, K.** 2013. *Restoring tropical forests: a practical guide*. Kew, Royal Botanic Gardens.
- Enters, T. et Durst, P.B.** 2004. *What does it take? The role of incentives in forest plantation development in Asia and the Pacific*. Bangkok, Bureau régional de la FAO pour l'Asie et le Pacifique.
- FAO.** 1995. *Évaluation des ressources forestières 1990 – Synthèse mondiale*. Étude FAO: Forêts n° 124. Rome.
- FAO.** 1999. *Code of Practice for Forest Harvesting in Asia-Pacific*. Bangkok, Bureau régional de la FAO pour l'Asie et le Pacifique.
- FAO.** 2001. *Évaluation des ressources forestières mondiales 2000 – Rapport principal*. Étude FAO: Forêts n° 140. Rome. (Version anglaise: 2001, version française: 2002).
- FAO.** 2008. *Contributions of the forestry sector to national economies, 1990-2006*. Forest Finance Working Paper FSFM/ACC/08. Rome.
- FAO.** 2008. *Re-inventing forestry agencies: Experiences of institutional restructuring in Asia and the Pacific*. Bangkok, Bureau régional de la FAO pour l'Asie et le Pacifique.
- FAO.** 2009. *Situation des forêts du monde 2009*. Rome.
- FAO.** 2010. *Évaluation des ressources forestières mondiales 2010*. Rome.
- FAO.** 2011a. *Forests beneath the grass*. Bangkok, Bureau régional de la FAO pour l'Asie et le Pacifique.
- FAO.** 2011b. *Réforme de la tenure forestière – Enjeux, principes et processus*. Étude FAO: Forêts n° 165. Rome.
- FAO.** 2012. *Directives volontaires pour une gouvernance responsable des régimes fonciers applicables aux terres, aux pêches et aux forêts dans le contexte de la sécurité alimentaire nationale*. Rome.
- FAO.** 2014. *Situation des forêts du monde 2014*. Rome.
- FAO.** 2015. *Évaluation des ressources forestières mondiales 2015: Répertoire de données de FRA 2015*. Rome.
- FORRU (Forest Restoration Research Unit).** 2005. *How to plant a forest: the principles and practice of restoring tropical forests*. Chiang Mai, Thaïlande, Biology Department, Science Faculty, Chiang Mai University.
- Geist, H.J. et Lambin, E.F.** 2002. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *Biotropica*, 52: 143-150.
- Gilmour, D.A., San, N.V. et Xiong, T.** 2000. *Rehabilitation of degraded forest ecosystems in Cambodia, Lao PDR, Thailand and Viet Nam: an overview*. Cambridge, Royaume-Uni, UICN-Asie.
- Goosem, S.P. et Tucker, N.I.J.** 1995. *Repairing the rainforest-theory and practice of rainforest re-establishment in North Queensland's wet tropics*. Cairns, Wet Tropics Management Authority.
- Hooijer, A., Page, S., Canadell, J.G., Salvins, M., Kwajdijk, J., Wosten, H. et Jauhiaren, J.** 2010. Current and future carbon dioxide emissions from drained peatlands in Southeast Asia. *Biogeoscience*, 7: 1505-1514.
- Institut des ressources mondiales (WRI).** 2013. *An opportunity for Asia*. World Resources Institute. (disponible sur http://pdf.wri.org/forest_restoration_asia_brochure.pdf).
- Kanowski, J., Catterall, C.P., Procter, H., Reis, T., Tucker, N. et Wardell-Johnson, G.** 2005. Biodiversity values of timber plantations and restoration plantings for rainforest

- fauna in tropical and subtropical Australia. In Erskine, P.D., Lamb, D. et Bristow, M., édés. *Reforestation in the tropics and subtropics of Australia using rainforest tree species*, pp. 183-205. Canberra, Rural Industries Research and Development Corporation.
- Kaung, U.B.** (sous presse). Forest restoration at the landscape level in Myanmar. In Appanah, S. et Leslie, R., édés. *Forest landscape restoration for Asia-Pacific forests*. Bangkok, Bureau régional de la FAO pour l'Asie et le Pacifique et RECOFTC.
- Lamb, D.** 1998. Large-scale ecological restoration of degraded tropical forest lands: the potential role of timber plantations. *Restoration Ecology*, 6: 271-279.
- Lamb, D.** 2011. *Regreening the bare hills: Forest restoration in the Asia-Pacific region*. Dordrecht, Heidelberg, Springer.
- Lamb, D., Erskine, P.D. et Parrotta, J.A.** 2005. Restoration of degraded tropical forest landscapes. *Science*, 310: 1628-1632.
- MacKinnon, K., Hatta, G., Halim, H. et Mangalik, A.** 1996. *The Ecology of Kalimantan: Indonesian Borneo*. Singapour, Periplus Editions (HK) Ltd.
- Mansourian, S., Vallauri, D. et Dudley, N., édés (en collaboration avec WWF International).** 2005. *Forest restoration in landscapes: beyond planting trees*. New York, Springer.
- McGuire, D.** 2014. FAO's Forest and Landscape Restoration Mechanism. *ETFRN News*, 56: 58-65.
- Mertz, O., Leisz, S., Heinemann, A., Rerkasem, K., Thiha, Dressler, W., Cu, P.V., Vu, K.C., Schmidt-Vogt, D., Colfer, C.J.P., Epprecht, M., Padoch, C. et Potter, L.** 2009. Who counts? Demography of swidden cultivators in Southeast Asia. *Human Ecology*, 37: 281-289.
- Nawir, A.A., Gunarso, P., Santoso, H., Julmansyah et Hakim, M.R.** (sous presse). Experiences, lessons and future directions for forest landscape restoration in Indonesia. In Appanah, S. et Leslie, R. (édés). *Forest landscape restoration for Asia-Pacific forests*. Bangkok, Bureau régional de la FAO pour l'Asie et le Pacifique et RECOFTC.
- Reynolds, G., Payne, J., Sinun, W., Mosigil, G. et Walsh, R.P.D.** 2011. Changes in forest land use and management in Sabah, Malaysian Borneo, 1990-2010, with a focus on the Danum Valley region. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, series B, Biological sciences*, 366(1582): 3168-76 (disponible sur <http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/>).
- RFRI.** 2015. *Rain Forest Restoration Initiative* (disponible sur <http://www.rainforestation.ph/>).
- Russell, A.E., Cambardella, C.A., Ewell, J.J. et Parkin, T.B.** 2004. Species, rotation, and life form diversity on soil carbon in experimental tropical ecosystems. *Ecological Applications*, 14: 47-60.
- Shono, K., Davies, S.J., et Chua, Y.K.** 2007. Performance of 45 native tree species on degraded lands in Singapore. *Journal of Tropical Forest Science*, 19: 25-34.
- Toh, S.M. et Grace, K.** 2005. *Case study: Sabah forest ownership*. Bangkok, Bureau régional de la FAO pour l'Asie et le Pacifique.
- Troup, R.S.** 1921. *The silviculture of Indian trees*. Vol. II. Oxford, Clarendon Press.
- Winterbottom, R.** 2014. *Restoration: It's about more than just the trees*. Institut des ressources mondiales (disponible sur <http://www.wri.org/>).
- Wooster, M.J., Perry, G.L.W. et Zoumas, A.** 2012. Fire, drought and El Nino relationships in Borneo (Southeast Asia) in the pre-MODIS era (1980-2000). *Biogeosciences*, 9: 317-340.
- Wyatt-Smith, J.** 1963. *Manual of Malayan Silviculture for Inland Forests*. Malayan Forest Record No. 23. Kepong, Institut de recherche forestière de Malaisie.
- Zhou, Y.Y., Morris, J.D., Yan, J.H., Yu, Z.Y. et Peng, S.L.** 2002. Hydrological impacts of reforestation with eucalypts and indigenous species: a case study in southern China. *Forest Ecology and Management*, 167: 209-222. ♦

Restauration des montagnes du Baekdudaegan en République de Corée

W. Cho et B.K. Chun



© ROGER SHEPHERD

La zone protégée du Baekdudaegan constitue un exemple de restauration intéressant, qui peut aussi contribuer à renforcer la collaboration régionale.

Woo Cho est Professeur à la Division du tourisme, Université de Sangji, République de Corée.

Bom Kwon Chun est Forestier principal au Département des forêts de la FAO.

Dans cet article, nous présentons brièvement les valeurs écologiques et socioculturelles inhérentes à la zone du Baekdudaegan, et les efforts entrepris actuellement pour protéger cette dernière. Le Baekdudaegan est une chaîne de montagnes qui s'étend sur quelque 1 400 km le long de la péninsule coréenne, du mont Baekdu au nord au mont Jiri au sud. Suivant le principe selon lequel «les montagnes divisent l'eau, mais l'eau ne traverse pas les montagnes», la dorsale du Baekdudaegan est un bassin versant qui délimite la péninsule coréenne. De manière générale, on peut considérer que le Baekdudaegan comprend une

chaîne de montagnes principale, connue sous le nom de Jeonggan, et 13 crêtes montagneuses secondaires, appelées Jeongmaeks; l'ensemble illustre le fait que les montagnes ne sont pas simplement des points, mais des lignes et des plans interconnectés avec d'autres montagnes et les personnes qui les habitent (figure 1). Si la partie du Baekdudaegan correspondant à la République populaire démocratique de Corée (dénommée ci-après Corée du Nord) a elle aussi souffert du déboisement, cet article se concentre sur la partie

En haut: Montagne du Hwangjang-san dans le Baekdudaegan



Source: KFS.

correspondant à la République de Corée (dénommée ci-après Corée du Sud), pour laquelle il existe davantage d'informations disponibles.

Au cours des 50 dernières années, la Corée du Sud a connu une industrialisation et une urbanisation rapides, qui ont largement entamé les paysages naturels nationaux. Pour atténuer cette dégradation massive, le pays a adopté divers systèmes visant à protéger ses forêts et paysages naturels. Le Baekdudaegan, véritable colonne vertébrale écologique du pays, a souffert considérablement de l'extraction du calcaire et de la construction routière. Depuis 1990, grâce à la sensibilisation accrue de l'opinion publique devant les

questions en jeu, la Corée du Sud s'est engagée à protéger le Baekdudaegan, en mettant l'accent sur la conception coréenne traditionnelle de la géographie. Le Service forestier coréen (Korea Forest Service – KFS) a par conséquent établi le cadre juridique qui lui a permis d'adopter la loi sur la protection du Baekdudaegan en 2003 et de définir la zone protégée du Baekdudaegan en 2005. Selon les termes de ce cadre juridique, en 2015, la partie sud-coréenne de la chaîne du Baekdudaegan mesurait 701 km de long, pour une superficie de 2750,77 km² (figure 2).

Comprendre les montagnes et les chaînes montagneuses est d'une importance fondamentale pour pouvoir conserver

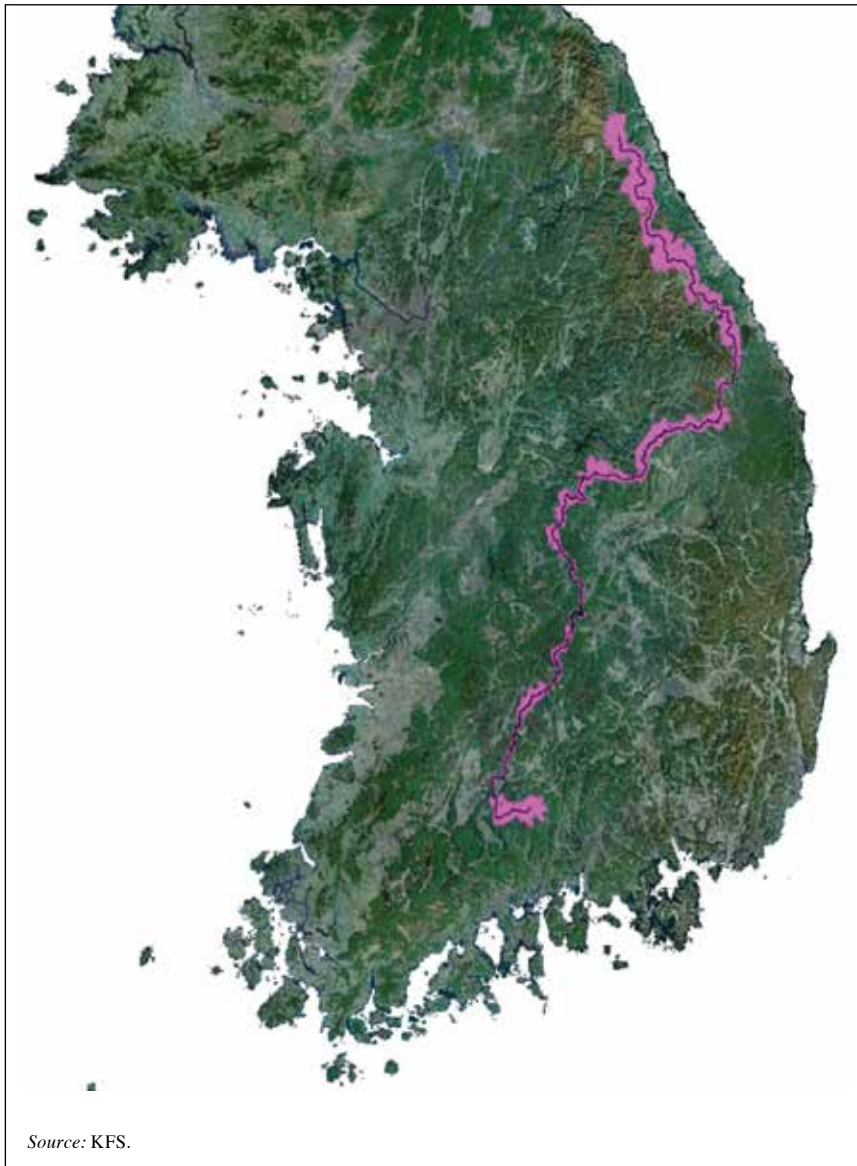
1
Crête du Baekdudaegan (ligne épaisse) et crêtes du Jeonggan et du Jeongmaek (lignes fines)

les paysages boisés de telles zones¹. Le Baekdudaegan est constitué de plus de 500 pics et montagnes, dont l'altitude est comprise entre 200 m et 1 915 m au-dessus du niveau de la mer. Il bénéficie d'un climat de mousson tempérée, avec une température moyenne de 6 à 12 °C et des précipitations annuelles variant entre 1 091 et 1 985 mm. Selon les recherches menées dans la région, le Baekdudaegan abrite 1 835 espèces de plantes, soit 41,3 pour cent des espèces végétales sud-coréennes (National Institute of Biological Resources, 2015).

ÉTAT DE DÉGRADATION DU PAYSAGE DANS LA ZONE PROTÉGÉE DU BAEKDUDAEGAN

La zone protégée du Baekdudaegan comprend de nombreux sites dégradés. Le Service forestier coréen (KFS, 2010) en a enregistré 302, en classant les forêts et d'autres types d'utilisation des terres – notamment construction de routes, bases militaires, carrières, mines et barrages – (tableau 1). À l'intérieur de la zone protégée, des propriétés, essentiellement privées, autrefois consacrées à l'agriculture avec une utilisation correspondante d'engrais et de pesticides, ont été sévèrement dégradées (figure 3). L'extraction de calcaire et l'exploitation minière ont également été des moteurs majeurs de la dégradation; la région était célèbre pour ces activités entre 1970 et 1980 mais, une fois que celles-ci se sont interrompues, les zones abîmées n'ont pas été gérées ni remises en état convenablement (figure 3).

¹ Le Baekdudaegan ayant été négligé pendant une centaine d'années, le Service forestier coréen a publié en mars 1996 un ouvrage intitulé *Baekdudaegan Literature Collection*, qui s'appuie sur la documentation historique de base afin que le public refasse connaissance avec la zone et redonne de l'importance à ses valeurs écologiques et socioculturelles.



2
Carte de la zone protégée
du Baekdudaegan en
Corée du Sud

**TABLEAU 1. Sites dégradés dans
la zone protégée du Baekdudaegan**

Types d'utilisation des terres	Nombre de sites
Exploitation agricole	162
Élevage	10
Route	63
Barrage	4
Zone résidentielle	4
Zone industrielle	2
Installations militaires	3
Équipements de télécommunication	2
Services publics	5
Autres constructions	8
Carrière	11
Mine	10
Zone abandonnée	11
Autres	7
Total	302

Source: KFS, 2010.

3
**Exploitations agricoles (à gauche)
et carrières abandonnées
(à droite) dans la zone protégée
du Baekdudaegan**



EFFORTS DE CONSERVATION DANS LA ZONE PROTÉGÉE DU BAEKDUDAEGAN

Le Service forestier coréen a reconnu la nécessité de disposer d'un meilleur cadre juridique pour la protection du Baekdudaegan. Au moment de l'introduction de la zone protégée du Baekdudaegan, des conflits ont en effet émergé entre le gouvernement central et les administrations locales, et entre les résidents locaux et les multiples autres parties prenantes; toutefois, après de nombreuses audiences publiques et discussions, un consensus a été atteint. En décembre 2003, l'Assemblée nationale, le corps législatif coréen, a promulgué la «loi sur la protection du Baekdudaegan», qui autorise le KFS à s'occuper de la conservation du site. En septembre 2005, le KFS a désigné la superficie de 2 634,27 km² (2,6 pour cent de la superficie totale de la Corée du Sud) qui constitue la zone protégée du Baekdudaegan, la loi couvrant six provinces, 32 villes et comtés et 108 municipalités, cantons et quartiers, pour une population totale de 2,2 millions d'habitants (4,5 pour cent de la population sud-coréenne). En janvier 2015, la superficie de la zone protégée a été portée à 2 750,77 km², grâce aux efforts du KFS pour l'élargir au travers de l'acquisition de propriétés privées situées à l'intérieur de la zone.

En collaboration avec d'autres instances gouvernementales et les collectivités locales, le Service forestier coréen a mis en place diverses politiques de gestion des ressources naturelles dans la zone protégée du Baekdudaegan; le KFS a par ailleurs une division distincte chargée exclusivement de planifier et gérer la zone et d'appuyer la recherche universitaire à long terme. Le premier plan de base décennal a été développé en vue de gérer le Baekdudaegan de 2006 à 2015, puis de 2006 à 2013, et 1,4 milliard de dollars des États-Unis ont été investis pour la réalisation de ce plan. Afin d'inscrire cette œuvre de protection dans une perspective plus globale, le monde universitaire et les communautés locales ont uni leurs forces pour soutenir les programmes, faire des démonstrations de projets pilotes de restauration et sensibiliser les citoyens (tableau 2).

Le KFS finance en outre depuis 2006 des activités de suivi et de recherche sur les ressources naturelles et socioculturelles de

TABLEAU 2. Principaux projets du Plan de base pour le Baekdudaegan

Objectifs	Tâches	Projets majeurs
Ressources écologiques	<ul style="list-style-type: none"> Passer en revue les ressources environnementales et forestières Restaurer les paysages forestiers dégradés 	<ul style="list-style-type: none"> Enquête sur le Baekdudaegan et le Jeongmaek (de 2006 à aujourd'hui) Base de données sur les écosystèmes du Baekdudaegan (de 2006 à aujourd'hui) Restaurer les écosystèmes dégradés et développer un modèle de restauration de l'écosystème (de 2006 à aujourd'hui) Gérer les ressources forestières (de 2006 à aujourd'hui)
Utilisation durable	<ul style="list-style-type: none"> Développer les programmes d'écotourisme Rétablir le patrimoine culturel Stimuler l'économie locale 	<ul style="list-style-type: none"> Établir une forêt récréative naturelle (2010-2015) Développer des programmes d'éducation à l'écologie (2007) Constituer un arboretum du Baekdudaegan (de 2010 à aujourd'hui) Entretien des sentiers (de 2006 à aujourd'hui) Appuyer les commerces locaux (de 2006 à aujourd'hui)
Renforcement des capacités de gestion	<ul style="list-style-type: none"> Désigner et gérer les aires protégées Restreindre les activités dans la zone protégée et garantir les consultations préalables Acquérir des propriétés privées dans les aires protégées Établir un système de compensation 	<ul style="list-style-type: none"> Désigner de nouvelles aires protégées consacrées aux ressources génétiques forestières (2006-2014) Acquérir des propriétés privées (2006-2014) Augmenter les aires protégées (2013)
Participation et sensibilisation du public	<ul style="list-style-type: none"> Encourager la participation du public Promouvoir des activités éducatives pour le public 	<ul style="list-style-type: none"> Nettoyer le Baekdudaegan (2006-2014) Développer des symboles et une signalisation propres au Baekdudaegan (2006)

Source: KFS, 2014c.

la zone protégée du Baekdudaegan, l'une d'entre elles étant spécifiquement axée sur le Jeongmaek depuis 2009. Pour promouvoir la zone à l'échelle internationale, un réseau écologique couvrant l'Asie du Nord-Est et le territoire russe a également été lancé par le KFS. Plusieurs colloques et conférences se sont déroulés dans le cadre de ce réseau, conférant ainsi une plus grande visibilité internationale à la protection durable de la zone protégée du Baekdudaegan.

Les activités de sensibilisation du grand public ont consisté essentiellement à renforcer la prise de conscience nationale et internationale des enjeux représentés par le Baekdudaegan. Le KFS a instauré divers centres d'éducation écologique et

géré des programmes éducatifs. Dans le sillage de son action pédagogique, le KFS a produit une brochure, contenant une carte, en vue de sensibiliser l'opinion, dans le pays et dans le reste du monde (grâce à des traductions dans de multiples langues), quant à l'importance des caractéristiques environnementales, des espèces menacées et des trésors nationaux du Baekdudaegan.

Collaboration avec les parties prenantes

Suite à la «loi sur la protection du Baekdudaegan» promulguée en décembre 2003, la délimitation de la zone protégée a été controversée et le Service forestier coréen a dû modifier ses frontières trois

TABLEAU 3. Opinions sur la réglementation gouvernementale et la protection du Baekdudaegan

Catégorie	Grand public (n = 1,023)	Résidents (n = 130)	Experts (n = 90)
La protection et la réglementation du Baekdudaegan sont insuffisantes	39,2	18,5	33,3
La protection et la réglementation du Baekdudaegan sont appropriées	35,6	46,2	52,2
La protection et la réglementation du Baekdudaegan sont trop strictes	4,2	26,9	8,9
Je ne sais pas/pas de réponse	21,0	8,5	5,6

Source: KFS, 2013b.

4
Un temple bouddhiste
(Jikjisa) dans le
Baekdudaegan



fois en un an pour refléter les opinions des parties prenantes, recueillies à travers 242 audiences publiques, 520 conférences de presse et diverses campagnes promotionnelles, tenues au cours des quatre premiers mois. Du fait de ces processus de participation publique, la zone protégée a fini par représenter la moitié de celle initialement proposée (passant de 5 400 km² à 2 634,27 km²) (KFS, 2006).

Il demeure nécessaire de bien sensibiliser l'opinion publique afin de trouver des moyens d'élargir les zones protégées. Le KFS affronte cette question en travaillant avec les populations locales à divers programmes communautaires de production d'aliments forestiers, mentionnés dans le tableau 2, qui fournissent un soutien économique aux personnes résidant à l'intérieur et à proximité de la zone protégée. Dans le cadre de ce programme, 90,9 millions de dollars des États-Unis ont été investis depuis 2005 pour construire des installations de production d'aliments forestiers. D'après une enquête récente, 83,8 pour cent des résidents locaux estimaient que leurs revenus avaient augmenté grâce au programme d'appui communautaire.

Dans une autre enquête, il était demandé au grand public et aux résidents si, à leur avis, la protection et la réglementation de la zone protégée du Baekdudaegan étaient d'un niveau approprié. Dans le

grand public, 39,2 pour cent des personnes interrogées ont répondu que la protection et la réglementation étaient «insuffisantes», tandis que 35,6 pour cent estimaient qu'elles étaient «appropriées» (tableau 3). Un consensus sur la protection du site a également été obtenu chez les résidents locaux. Parmi ces derniers en effet, 46,2 pour cent ont répondu que la protection et la réglementation étaient «appropriées». Cependant, 26,9 pour cent d'entre eux ont répondu que la réglementation était «trop stricte», suggérant que de nombreux résidents sont encore insatisfaits de la conservation de la zone protégée du Baekdudaegan par le KFS (KFS, 2013b).

Suivi à long terme du Baekdudaegan

Conformément à l'article 12 de la loi sur la protection du Baekdudaegan, le KFS et les collectivités locales ont appuyé financièrement des recherches universitaires portant sur le suivi des ressources naturelles et socioculturelles, et sur le développement de la technologie nécessaire pour assurer cette protection. Ainsi, le KFS surveille les ressources naturelles de la zone depuis 2006, une étude spécifique concernant à cet égard le Jeongmaek. En matière de suivi à long terme et de recherche, l'ensemble de la zone protégée du Baekdudaegan a été divisé en cinq sections, une section étant examinée chaque année, ce qui

signifie qu'un tour complet requiert cinq ans. Le premier tour de suivi a été conduit durant la période 2006-2010; le second a commencé en 2011 et devrait s'achever en 2015. Les activités de recherche ne portent pas que sur l'observation des ressources naturelles, notamment la géologie, la flore, la faune (mammifères, oiseaux, reptiles et amphibiens) et les paysages forestiers, mais concernent aussi les ressources socioculturelles et le degré de satisfaction des populations locales à l'égard des programmes d'appui communautaires.

La zone protégée du Baekdudaegan peut être décrite comme un couloir écologique de 701 km de long. Les résultats du suivi à long terme montrent aussi qu'il s'agit d'un point chaud de la biodiversité, contenant plus d'un tiers des espèces végétales sud-coréennes (1 326 sur 4 701). Sur les 1 326 espèces de plantes recensées, 108 sont considérées comme endémiques et 56 sont des espèces rares. On trouve aussi 30 espèces animales menacées d'extinction (selon la définition de la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction – CITES). Aussi la zone protégée du Baekdudaegan comprend-elle 7 parcs nationaux, 44 aires protégées pour la conservation des ressources génétiques forestières et 66 sanctuaires de la faune sauvage. La zone joue également un rôle



critique en matière de ressources hydriques, des fleuves majeurs tels que la rivière Han et la rivière Nakdong y ayant leur source (KFS, 2011; KFS, 2012; KFS, 2013a; KFS, 2014a; KFS, 2014b; KFS, 2014c).

Le Baekdudaegan bénéficie également d'un riche patrimoine culturel, la zone protégée détenant 21 sites patrimoniaux. Le bouddhisme a tout particulièrement laissé des traces importantes. Sur les 935 temples bouddhistes traditionnels sud-coréens, 173 sont situés dans la zone protégée ou les environs (figure 4). On compte aussi de nombreux villages anciens, distilleries et marchés traditionnels, de même qu'un total de 2 008 biens culturels déclarés, dont 32 trésors nationaux et 304 trésors (Seo, 2013).

Les résultats des activités de suivi et de recherche ont été utilisés pour développer et mettre en œuvre des politiques d'aménagement de la zone protégée du Baekdudaegan, et ont été partagés avec d'autres organismes gouvernementaux tels que l'Arboretum national coréen, l'Institut de recherche forestière coréen, le Ministère de l'environnement et le Service des parcs nationaux coréen. Le KFS est actuellement en train de préparer le troisième tour et de recueillir les opinions des experts et des résidents locaux. Ces résultats ont aussi servi à enregistrer le Baekdudaegan dans les bases de données internationales portant sur les zones protégées. Depuis 2012, le KFS étudie la possibilité de faire inscrire le Baekdudaegan au patrimoine mondial de l'UNESCO.

Restauration des paysages forestiers dans le Baekdudaegan

Comme la plupart des zones montagneuses de la Corée du Sud, le Baekdudaegan a été lourdement exploité pour l'approvisionnement en combustible ligneux et autres ressources naturelles. De nombreuses bases militaires ayant été construites au sommet des montagnes ont aussi dégradé leurs paysages boisés. Le travail de restauration du Baekdudaegan est centré sur trois tâches majeures: restauration des paysages dégradés et protection contre les glissements de terrain, reboisement et revégétation, et protection des espèces sauvages et de leur habitat. Plusieurs projets de restauration des écosystèmes ont été menés depuis la promulgation de la loi sur la protection du Baekdudaegan. En 2005, le KFS avait construit plusieurs écoponts pour reconnecter le couloir écologique fragmenté du Baekdudaegan, remis en état des bases militaires, carrières et mines abandonnées, protégé des espèces menacées, et entretenu les sentiers, pour un budget de 59 millions de dollars des États-Unis (KFS, 2014c).

Depuis 2012 en particulier, des couloirs écologiques ont été établis en suivant les principales crêtes de Ihwaryeong, Yuksipryeong et Beoligae, en vue de relier les aires fragmentées et d'aider au déplacement des animaux sauvages (figure 5). Le KFS a aussi acheté des écoles et des aires de repos abandonnées pour en faire des centres pédagogiques.

5
Un pont écologique construit au-dessus de la route traversant la crête du Baekdudaegan, Ihwaryeong (à gauche: avant la construction; à droite: après la construction)

Exemple d'intervention de restauration menée par le KFS: une base militaire abandonnée à Baramjae

À Baramjae, l'un des faits majeurs du Baekdudaegan, des installations militaires telles que bunkers, réservoirs d'eau et routes d'accès, ont été construites dans les années 70 mais ne sont plus utilisées (figure 6). Un projet de restauration a été lancé en 2007, avec une enquête préliminaire sur le site et des réunions d'experts. En 2008, un examen écologique détaillé a été mené, et un plan de restauration a été établi courant 2009 et 2010. Les opérations de restauration elles-mêmes ont été conduites en 2010 et 2011, dans le but de remettre en état le paysage forestier original. Des jeunes pousses de *Quercus mongolica*, une espèce arboricole dominante de la région, ont été transplantées, et d'autres arbustes et plantes herbacées, dont les semences ont été collectées dans la région, ont été semés pour faciliter l'établissement de la communauté végétale.

Exemple d'intervention de restauration menée par un acteur privé: mine de calcaire sur le mont Jabyeong

Situé au centre du Baekdudaegan, le mont Jabyeong est l'une des plus vastes zones



6
*Restauration d'une base militaire
 abandonnée et de routes d'accès à Baramjae
 (à gauche: avant la restauration;
 à droite: après la restauration)*



























calcaires de la péninsule coréenne. La carrière de calcaire a ouvert en 1978, et depuis 2000 l'entreprise Lafarge Halla Cement Co. poursuit son exploitation.

Au fur et à mesure que l'opinion publique est devenue plus consciente de la valeur du Baekdudaegan, un conflit d'intérêt entre la protection de l'environnement et les intérêts économiques est apparu. La question a été traitée au travers de négociations continues entre Lafarge Halla Co. et les groupements écologiques locaux, qui sont convenus que la société n'étendrait pas le site d'extraction plus avant sur la crête principale du Baekdudaegan, et collaborerait avec les groupements écologiques locaux au lancement du fonds environnemental «Eco-Baekdudaegan 2+ Movement».

7
*Carrière de calcaire sur
 le mont Jabyeong*



8
Changements annuels de la communauté végétale sur le site pilote de restauration
de la carrière d'Okgye, mont Jabyeong

Année	Restauré en 2007	Restauré en 2008	Restauré en 2009	Restauré en 2010
2007				
2008				
2009				
2010				
2011				
2012				
2013				
2014				

Source: Lafarge Halla Cement Co., 2014.

Grâce à ce financement, les groupes écologiques conduisent diverses activités communautaires, en particulier en matière d'éducation environnementale. Par ailleurs, une tierce partie indépendante a procédé à la restauration du site de la carrière fermée. Un comité chargé de surveiller la restauration, constitué du gouvernement, d'experts, d'organisations non gouvernementales (ONG) et de résidents, a été établi, et suit constamment la réhabilitation du site en offrant ses conseils. Une conférence sur la restauration des forêts est tenue chaque année depuis 2014, avec l'aide de la Commission centrale de gestion des montagnes du KFS.

La restauration de la carrière est un complexe projet à long terme. Une inspection préalable du site et un projet pilote ont été menés entre 2007 et 2010. Une restauration intermédiaire des zones où l'extraction est achevée a été réalisée et est continuellement sous surveillance (tableau 4). La figure 8 illustre comment la végétation s'est lentement établie dans la partie de la carrière remise en état.

SUCCÈS ET DÉFIS DE LA ZONE PROTÉGÉE DU BAEKDUDAEGAN

Le suivi à long terme montre que la zone protégée du Baekdudaegan possède de nombreuses ressources naturelles et socioculturelles. Partant de là, nous avons proposé d'instaurer un réseau écologique reliant le Baekdudaegan aux Jeongmaeks, voire à des forêts et espaces verts plus petits dans les zones urbaines. Nous avons décrit cette idée au travers de la formulation «réseau écologique forestier national ayant pour colonne vertébrale le Baekdudaegan»; ce réseau pourrait jouer un rôle capital dans la conservation de la biodiversité et des paysages forestiers régionaux, tant en Corée du Sud qu'en Corée du Nord

TABLEAU 4. Superficies des sites de carrière restaurés par Lafarge Halla Cement Co. en 2007-2010 (ha)

Restauration	2007	2008	2009	2010	Total
Restauration pilote	1,5	5,5	5,0	5,0	17,0
Restauration intermédiaire	2,7	4,3	7,5	3,0	17,5
Total	4,2	9,8	12,5	8,0	34,5

Source: Lafarge Halla Cement Co., 2012.

(figure 9). Nous croyons que l'expérience acquise dans la restauration forestière en zone montagneuse au cours des projets menés pourra être utile à la restauration future d'autres écosystèmes partout à travers le pays, le long de l'«écoréseau» forestier.

La collaboration avec les communautés locales est essentielle si l'on veut gérer efficacement la zone protégée du Baekdudaegan. Selon le KFS (2011, 2012, 2013a, 2014b, 2014c), 60 pour cent des résidents locaux étaient satisfaits des programmes d'appui communautaires mis en œuvre par le Service, pour lesquels ont été dépensés 9,1 milliards de dollars des États-Unis au total. Les programmes visent à renforcer les capacités des communautés, accroître les installations de fabrication et les lieux de stockage, aider à la commercialisation des produits forestiers, et construire des complexes industriels pour les produits forestiers (tableau 2). Il a été estimé qu'ils ont permis d'accroître les produits forestiers non ligneux de 20 à 30 pour cent. Bien qu'il n'y ait pas d'estimations précises de l'augmentation des revenus au sein des communautés locales, on observe toutefois des manifestations indirectes indiquant que le programme d'appui a contribué efficacement à stimuler la hausse de revenus. Par exemple, les résidents locaux ont bénéficié d'une plus forte participation dans les programmes communautaires et d'un soutien économique plus conséquent du KFS en regard

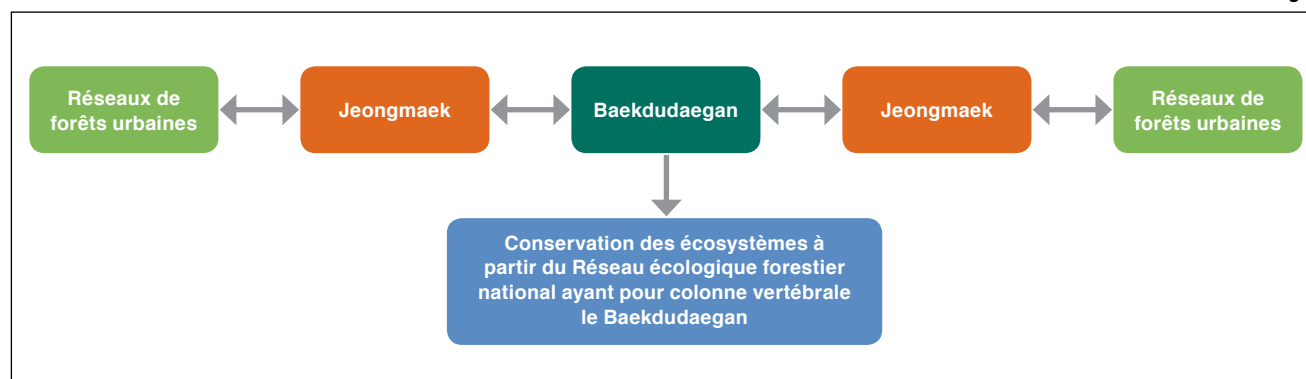
de la protection du Baekdudaegan (KFS, 2011; KFS, 2012; KFS, 2013a; KFS, 2014b). De même, les résidents locaux se sont montrés plus enclins à coopérer dans la préparation à l'inscription de la zone à la réserve de biosphère de l'UNESCO, tout cela suggérant que le programme d'appui communautaire du Service forestier coréen peut constituer un modèle pour d'autres zones protégées.

En dépit de ces nombreuses indications de réussite, il existe encore un certain nombre de difficultés pratiques à surmonter.

Tout d'abord, une large part de la zone protégée du Baekdudaegan se superpose à d'autres types de zones protégées. Du fait que diverses zones protégées sont gérées par d'autres organismes gouvernementaux ayant des objectifs différents, il y a eu des conflits entre organisations.

Deuxièmement, bien que le KFS dépense des sommes considérables dans l'appui administratif et technique à la gestion de la zone protégée du Baekdudaegan, il manque encore de fonds et a du mal à contrôler les visiteurs pénétrant dans la zone. En effet, plus le Baekdudaegan devient populaire, plus il devient bondé de visiteurs. Aujourd'hui, les perturbations causées par ces derniers, comme la destruction physique de la végétation et l'érosion du sol le long des sentiers,

9
Réseau écologique forestier national ayant pour colonne vertébrale le Baekdudaegan



constituent l'un des problèmes les plus sérieux dans la conservation du site. Des financements sont nécessaires pour recruter des gardes forestiers et les rendre opérationnels sur le terrain, de même que pour observer et étudier les impacts du tourisme sur l'écosystème.

Troisièmement, la zone protégée du Baekdudaegan n'a été délimitée que du côté sud-coréen. Cela signifie que sa désignation actuelle ne représente que la moitié de la valeur écologique et socioculturelle de l'intégralité du Baekdudaegan. Nous croyons que ce dernier peut contribuer à favoriser la paix dans la région, si les deux Corées collaborent en vue de le conserver. La zone a également le potentiel pour être un axe écologique de l'Asie du Nord-Est en reliant d'autres zones protégées situées sur les territoires chinois et russe (Cho, 2014). S'il se peut qu'il y ait de nombreux obstacles à surmonter, il y a heureusement un accord entre pays voisins quant à l'exigence de conserver les paysages naturels forestiers régionaux. Cela pourra prendre du temps, mais nous sommes confiants dans le fait que nous parviendrons à cet objectif, contribuant ainsi à la paix dans la région. ◆



Références

- Cho, W.** 2014. *Challenges for conserving and exploring other value of Baekdudaegan Regions*. Article présenté au Symposium sur l'axe écologique de l'Asie du Nord-Est, Séoul, République de Corée, 4 octobre.
- KFS (Korea Forest Service).** 2006. *Baekdudaegan Mt. white paper*. Service forestier coréen, Daejeon, République de Corée.
- KFS.** 2010. *Database of degradation in the Baekdudaegan protected area*. Service forestier coréen, Daejeon, République de Corée.
- KFS.** 2011. *Natural resources change survey and management practice study of the Baekdudaegan mountains*. Service forestier coréen, Daejeon, République de Corée.
- KFS.** 2012. *Natural resources change survey and management practice study of the Baekdudaegan mountains*. Service forestier coréen, Daejeon, République de Corée.
- KFS.** 2013a. *Natural resources change survey and management practice study of the Baekdudaegan mountains*. Service forestier coréen, Daejeon, République de Corée.
- KFS.** 2013b. *Survey on the awareness of the Baekdudaegan*. Service forestier coréen, Daejeon, République de Corée.
- KFS.** 2014a. *Natural resources change survey and management practice study of the Baekdudaegan mountains*. Service forestier coréen, Daejeon, République de Corée.
- KFS.** 2014b. *Baekdudaegan*. Service forestier coréen, Daejeon, République de Corée.
- KFS.** 2014c. *Assessment on the Basic Plan for the Baekdudaegan Protection and a study on the direction of the Second Basic Plan*. Service forestier coréen, Daejeon, République de Corée.
- Lafarge Halla Cement Co.** 2012. *Annual report on vegetation restoration for the Okgyequarry in Mt. Jabyeong*.
- National Institute of Biological Resources.** 2015. Site Internet de l'Institut national des ressources biologiques (disponible sur www.nibr.go.kr/species)[en coréen].
- Seo, J.C.** 2013. *Mountains and Buddhism culture of the Baekdudaegan mountains, Korea*. Symposium for Cooperating Protected Areas Management of Northeast Asia, 31-50. ◆



© CENTRE EXPERIMENTAL DE FORESTRIE

Transformation des forêts chinoises

C. Daoxiong, G. Wenfu, L. Zhilong et S. Dongjing

En Chine, des approches de gestion expérimentales pourraient transformer les vastes plantations forestières et les terres dégradées en forêts proches de la nature.

Le professeur Cai Daoxiong est Directeur du Centre expérimental de foresterie tropicale, Pingxiang, Chine.
Guo Wenfu, Liu Zhilong et Sun Dongjing sont des scientifiques, travaillant également au Centre expérimental de foresterie tropicale.

La Chine s'est engagée dans un programme de reboisement massif, dans le but de remédier aux problèmes environnementaux causés par la dynamique de déforestation précédente. Certaines des nouvelles forêts rencontrent cependant des difficultés. Ainsi, dans le sud du pays, les monocultures d'eucalyptus et de conifères sont menacées par les ravageurs et voient la fertilité de leurs sols décliner. Leur viabilité même est en péril.

Il y a plus d'une décennie, des scientifiques du Centre expérimental de foresterie tropicale (CEFT) ont ressenti, pour cette raison, le besoin d'orienter la foresterie chinoise vers des approches dites «proches de la nature», utilisant davantage d'essences indigènes et susceptibles de créer des forêts résilientes constituées d'espèces diversifiées. En 2004, le CEFT a commencé à coopérer avec des scientifiques de l'Université de Fribourg en

Allemagne et, en 2008, il s'est lancé dans un programme expérimental visant à tester une série de démarches sylvicoles proches de la nature. Les résultats commencent à se concrétiser.

Cet article décrit l'ambitieux programme de reboisement chinois; il illustre la nécessité croissante de diversifier les plantations et il évoque la philosophie qui sous-tend la démarche proche de la nature mise en œuvre par le CEFT, présentant deux des huit modèles expérimentaux en train d'être testés dans la Chine subtropicale.

En haut: Le professeur Cai (à droite) présente la démarche de sylviculture proche de la nature au Dr Li Chao (au milieu), du Centre de foresterie du Nord, Ressources naturelles du Canada; ce site de réhabilitation du Centre expérimental de foresterie tropicale consiste en parcelles rassemblant 30 espèces de feuillus autochtones

PROGRAMME CHINOIS DE REBOISEMENT

Deux initiatives majeures de reboisement ont été lancées en Chine en 1999: le Programme de protection des forêts naturelles et le Programme de conversion des terres cultivables en forêts, respectivement connus sous le nom de programme «Grain-for-Green» (mise en jachère) et programme «Sloping Land Conversion» (conversion des terrains en pente). À l'instar d'autres interventions écologiques

majeures (comme le Programme de brisements des Trois Nord), ces initiatives ont divers objectifs, notamment faire face à de graves problèmes environnementaux comme les inondations, l'érosion des sols et la désertification, et contribuer à répondre à la demande sans cesse croissante de bois.

Le programme de reboisement national a fait des progrès significatifs, la superficie forestière ayant augmenté en moyenne de 3 millions d'hectares par an entre 2000 et

2010 (FAO, 2010). Lors du Sommet des Nations Unies sur le changement climatique de décembre 2009, le Président Hu Jintao a engagé la Chine à accroître d'ici 2020 sa superficie forestière de 40 millions d'hectares et sa réserve de bois de 14 milliards de mètres cubes, en regard des données de 2005.

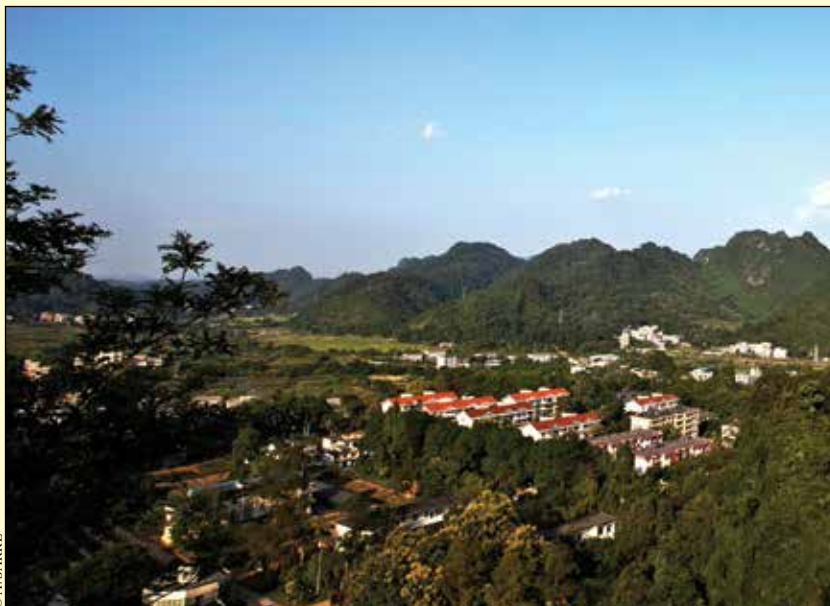
En 2013, la Chine avait d'après les estimations 69 millions d'hectares de plantations forestières, dont 13 millions d'hectares ayant été plantés à partir de 2008 (Administration forestière de l'État, 2014). La surface boisée totale, comprenant les forêts naturelles, s'élève à quelque 207 millions d'hectares (FAO, 2010), et ce chiffre est appelé à augmenter dans les décennies à venir. Si une large part des nouvelles forêts devra aider à établir la «Grande muraille verte» s'étendant de la Province du Xinjiang dans le nord-ouest du pays jusqu'à la Province du Heilongjiang dans le nord-est, de vastes superficies boisées ont également été plantées dans les régions du sud, en particulier dans la Région autonome du Guangxi, la Province du Yunnan, la Province du Guangdong et la Province de Hainan, toutes tropicales ou subtropicales.

Le Centre expérimental de foresterie tropicale

Le Centre expérimental de foresterie tropicale (CEFT), qui fait partie de l'Académie forestière chinoise, a son siège près de Pingxiang, dans la Région autonome du Guangxi, dans la Chine méridionale. Les forêts de mousson sempervirentes et tropicales du Guangxi, présentes à l'état naturel, ont largement disparu du fait d'intenses activités de long terme, comme l'exploitation du bois d'œuvre, la récolte de bois de feu et la conversion des terres à l'agriculture. Les plantations d'arbres en monoculture, les forêts secondaires naturelles et les formations d'arbustes et d'herbes sont désormais courantes.

La Région autonome du Guangxi se trouve dans une zone de collines boisées – comprenant aussi des parties de diverses provinces, Anhui, Fujian, Guangdong, Hubei, Hunan, Jiangxi et Zhejiang – du sud-est de la Chine qui est à l'origine de la plupart du bois d'œuvre et de la fibre industrielle produits dans le pays. Les plantations d'essences en monoculture représentent une utilisation des terres essentielle dans le Guangxi depuis presque 90 ans, y compris dans le cadre du CEFT.

La ferme forestière de Longzhou, dans le Guangxi, a été établie en 1927 pour la production de bois et plantée principalement de *Pinus massoniana* (pin de Masson) et *Cunninghamia lanceolata* (sapin de Chine). Cette propriété de l'État a pris en 1979 le nom de Bureau expérimental du Guangxi Daqingshan. En 1991, celui-ci a été rebaptisé en CEFT et désigné comme l'un des 21 organes auxiliaires de l'Académie forestière chinoise, devenant ainsi une base nationale pour les expérimentations et démonstrations scientifiques en matière sylvicole.



© A. SARRE

Le siège du Centre expérimental de foresterie tropicale se niche entre des sommets calcaires et des rizières près de Pingxiang, Région autonome du Guangxi, Chine

LA NÉCESSITÉ DE DIVERSIFIER

La majorité des nouvelles forêts chinoises sont des monocultures d'essences à croissance rapide réputées pour avoir un fort potentiel économique, comme l'eucalyptus (*Eucalyptus*), le peuplier (*Populus* spp.), le mélèze (*Larix* spp.), *Cunninghamia lanceolata* et *Pinus massoniana*. Dans le Guangxi par exemple, les principales espèces plantées sont *Pinus massoniana*, *Cunninghamia lanceolata* et un hybride d'eucalyptus (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*). Les nouvelles plantations n'ont cependant pas toutes été établies avec succès, particulièrement dans les zones marginales. En outre, nombre d'entre elles ont commencé à donner des signes de faible productivité, mauvaise stabilité des sols et grande vulnérabilité aux ravageurs et aux maladies, et elles offrent par ailleurs une biodiversité très restreinte. Ainsi, même avec l'apport d'engrais, les plantations d'*Eucalyptus* de deuxième, troisième et quatrième génération du CEFT ont montré, par rapport à la première génération, une baisse de productivité respectivement de 20 pour cent, 28 pour cent et 46 pour cent (Yu, Bai et Xu, 1999).

TABLEAU 1. Évolution des micro-organismes et de la nutrition à la surface du sol dans les plantations de *Pinus massoniana* de première et deuxième génération

		Première génération	Deuxième génération	Pourcentage de la baisse à la deuxième génération
Quantité de micro-organismes (milliers d'unités formant colonies par gramme de sol)	Bactéries	146,0	101,0	30,7
	Actinomycètes	24,6	24,0	2,52
	Champignons	22,7	11,3	50,3
	Bactéries fixatrices d'azote	9,58	3,29	65,7
Activité enzymatique (milligrammes par gramme de sol par heure)	Activité de la polyphénol oxydase	0,14	0,04	71,4
	Activité de l'uréase	0,04	0,03	25,0
	Activité des protéines enzymatiques	0,26	0,06	76,9
Nutrition (milligrammes par kilogramme de sol)	Azote disponible	89,4	78,7	11,9
	Phosphore disponible	1,12	0,97	13,4
	Calcium	9,07	4,57	49,6

Source: Données de terrain du CEFT.

Le déclin de la qualité et de la fertilité des sols est également mesurable. Ainsi, au CEFT, la densité des micro-organismes du sol et la nutrition du sol sont plus faibles dans les plantations de *Pinus massoniana* de deuxième génération que dans celles de première génération (tableau 1). De plus, la chenille processionnaire du pin (*Dendrolimus punctatus*) a défolié

des surfaces notables de plantations de *Pinus massoniana*.

FORESTERIE PROCHE DE LA NATURE

La foresterie proche de la nature est une solution potentielle pour maîtriser et diminuer graduellement les diverses menaces pesant sur les monocultures boisées,

notamment les orages dévastateurs et les infestations de ravageurs, au travers d'interventions de gestion simples. Plus qu'essayer d'imiter la nature, ce type de foresterie l'utilise à son avantage: elle se propose d'obtenir une forêt qui soit productive, en bonne santé, fonctionnant bien, résiliente au changement et rentable sur le plan économique, en recourant le moins possible à des interventions humaines. La diversité génétique et structurelle contribue à renforcer la résilience, qui est une condition préalable nécessaire pour que les espèces soient en mesure de s'adapter à des conditions climatiques changeantes. Le grand nombre d'arbres qui s'établissent par régénération naturelle dans les forêts proches de la nature indique que la recombinaison génétique est un processus continu, aidant à maintenir la diversité génétique (Küchli, 2013). Le CEFT applique quatre principes opérationnels de base:

1. Les espèces indigènes devraient être utilisées chaque fois que c'est possible, mais on peut aussi recourir à des espèces introduites si celles-ci sont adaptées aux conditions locales et ne sont pas envahissantes.



Défoliation d'une plantation de *Pinus massoniana* causée par la chenille processionnaire du pin, Région autonome du Guangxi, Chine

2. La structure des peuplements devrait être stable, et apte à permettre une succession naturelle continue.
3. Indépendamment des objectifs commerciaux, la foresterie proche de la nature devrait utiliser les processus naturels dans la plus vaste mesure possible.
4. La gestion devrait être adaptative, ce qui suppose un suivi serré au fil du temps portant sur la santé des forêts et l'effet des interventions.

Les activités de recherche du CEFT, en matière de foresterie multifonctionnelle proche de la nature, comportent six volets principaux:

1. Améliorer la qualité des plants, en utilisant des semences de haute qualité, en mettant en place des systèmes de semis en pots, et en cultivant des plants robustes et de grande taille en vue de la plantation.
2. Utiliser les essences les mieux adaptées à chaque site.
3. Ajuster la densité des peuplements en fonction de la qualité des plants, des caractéristiques du site et des objectifs de gestion.
4. Passer des plantations en monoculture aux plantations d'essences multiples, suivant les principes de la démarche proche de la nature.
5. Explorer les associations efficaces d'espèces dans les forêts mixtes, pour atteindre une croissance et une forme des arbres optimales et garantir des opérations performantes de plantation, soins cultureux et récolte.
6. Développer les mélanges d'essences dans les plantations d'*Eucalyptus*, en associant une espèce de feuillu native de grande valeur, pour atténuer la dégradation des sols, à des plantations d'*Eucalyptus* à grande échelle.

L'objectif à long terme des activités de recherche du CEFT est de développer une foresterie multifonctionnelle proche de la nature, apte à garantir la viabilité de l'écosystème, obtenir une forte croissance des arbres, générer des revenus à court et long terme, et produire des feuillus de

vaste diamètre, convenant à des utilisations finales haut de gamme comme la fabrication de meubles.

Deux des modèles expérimentaux du CEFT sont présentés ci-dessous. Le projet de l'étude de cas 1 vise à transformer les monocultures de conifères actuelles en forêts proches de la nature. Le projet de l'étude de cas 2 vise à restaurer des terres forestières dégradées.

ÉTUDE DE CAS 1: PASSER DES PLANTATIONS DE CONIFÈRES À DES FORÊTS PROCHE DE LA NATURE

En Chine, les monocultures de *Pinus massoniana* et *Cunninghamia lanceolata* sont traditionnellement gérées selon un système d'éclaircies standard. Avec une densité de plantation initiale de 3 000 tiges par hectare, les pratiques d'entretien et de désherbage sont menées six fois au cours des trois premières années, afin de réduire la concurrence avec les jeunes plants. Une opération de dégagement est effectuée la septième année pour enlever les arbres étouffés et mal formés, ramenant ainsi la densité du peuplement à 1 650 tiges par hectare. Une deuxième éclaircie est menée la onzième année, la densité du peuplement se réduisant alors à 1 050 tiges par hectare.

Le modèle de gestion

Dans le but de transformer ces monocultures de conifères en forêts proches de la nature, une expérience a été menée dans des plantations de *Pinus massoniana* et *Cunninghamia lanceolata* établies en 1993. La deuxième éclaircie a été effectuée la quinzième année (en 2007, et non la onzième année comme c'est la pratique courante), les tiges de bonne qualité ayant été retenues à des densités variées.

Les arbres dominants les mieux formés ont été marqués en tant qu'«arbres de récolte potentiels», l'objectif étant de leur fournir un espace optimal en dégagant les individus pouvant interférer avec leur croissance, leur permettant ainsi de pousser le plus rapidement possible et d'obtenir la meilleure forme possible.

En 2008 (seizième année de plantation), des plants de feuillus en pot âgés de 2 ans, d'une essence locale prisée, ont été plantés (dans des trous de 50 cm × 50 cm de largeur et 30 cm de profondeur) dans les espaces laissés libres par l'éclaircie de l'année précédente. Deux configurations ont été utilisées (figure 1):

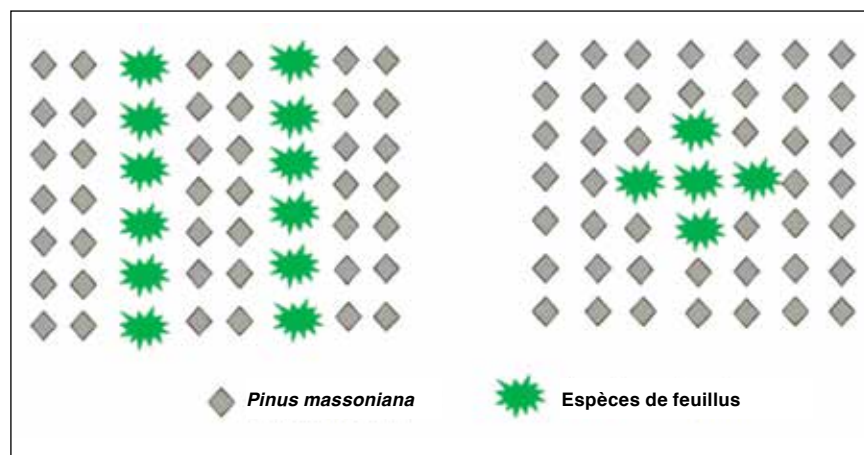
1. une distribution égale des plants dans le peuplement, à une distance de 5,4 m;
2. une distribution par grappes de cinq plants, les grappes étant à 10 m les unes des autres.

Les espèces utilisées pour les plantations intercalaires étaient *Castanopsis fissa*, *Castanopsis hystrix*, *Erythrophleum fordii*, *Manglietia glauca*, *Mesua ferrea* et *Micheliahedyo sperma*. Chacune de ces espèces à feuilles larges est native de la région et adaptée au site expérimental; *Erythrophleum fordii* est en outre une espèce fixatrice d'azote.

Les essences de valeur ont été entretenues deux à trois fois par an durant les trois premières années. La quatrième ou cinquième année, elles ont été élaguées pour enlever les branches latérales plus basses, les branches mortes et les branches plus élevées mal formées, afin de garantir que les jeunes arbres développent une frondaison symétrique.

Au fur et à mesure que la plantation continue de pousser, la densité du peuplement est ajustée de façon à offrir un

1
Deux méthodes pour établir des cultures intercalaires de feuillus prisés dans les espaces vides d'un peuplement de *Pinus massoniana*: plantation alignée (à gauche) et plantation par grappes (à droite)



Au Centre expérimental de foresterie tropicale, cette plantation de *Pinus massoniana* est en plein cœur du processus qui la conduira à se transformer en forêt de feuillus proche de la nature

environnement optimal, tant pour la croissance des feuillus que pour celle des conifères. Les arbres de *Pinus massoniana* et *Cunninghamia lanceolata* seront récoltés de manière sélective une fois qu'ils auront atteint la taille adéquate (diamètre à hauteur de poitrine [dhp] = 40 cm), et ces espèces ne seront pas replantées. Les espèces prisées seront encouragées à se régénérer naturellement de sorte que, avec le temps, on passera des plantations de conifères d'origine à des forêts de feuillus proches de la nature.

Résultats

La croissance annuelle moyenne du diamètre des arbres de récolte potentiels s'est révélée plus élevée aux densités de peuplement plus faibles, tant pour *Cunninghamia lanceolata* que pour *Pinus massoniana* (bien que le volume sur pied total de ces espèces ait été réduit du fait des éclaircies plus importantes). Ce résultat est conforme aux pratiques forestières courantes, mais il est souligné ici en raison de son importance dans la stratégie sylvicole d'ensemble.

Le tableau 2 montre que, sur les six espèces de feuillus indigènes plantées, *Castanopsis fissa* a atteint les meilleurs taux de croissance cinq ans après la plantation, suivie de *Manglietia glauce*, *Castanopsis hystrix*, *Erythrophleum fordii*, *Micheliahedyo sperma* et *Mesua ferrea*. *Castanopsis fissa*, *Manglietia glauce*, *Castanopsis hystrix* et *Erythrophleum fordii* sont particulièrement adaptées à être plantées sous *Pinus massoniana* et *Cunninghamia lanceolata*. Pour toutes les espèces, la meilleure croissance en hauteur et diamètre a été obtenue dans les peuplements éclaircis le plus intensément.

Avantages

Les modifications apportées aux systèmes d'éclaircie aident à s'assurer que les arbres de *Pinus massoniana* et *Cunninghamia lanceolata* restent en bonne santé et aient une croissance optimale. L'accent mis sur les arbres de récolte potentiels permet de faire en sorte que ces arbres atteignent la



© CENTRE EXPERIMENTAL DE FORESTRIERE

TABLEAU 2. Croissance des espèces de feuillus établies dans des forêts âgées de 15 ans, selon l'intensité d'éclaircie (et donc la densité de l'étage supérieur), cinq ans après la plantation

Espèces de l'étage supérieur	Espèces de feuillus	Intensité d'éclaircie					
		Élevée*		Moyenne		Faible	
		Hauteur moyenne (m), 2012			Diamètre moyen (cm), 2012		
<i>Pinus massoniana</i>	<i>Castanopsis hystrix</i>	5,1	4,4	4,2	3,5	2,9	2,8
	<i>Micheliahedyo sperma</i>	3,8	3,3	3,0	4,0	3,4	3,2
	<i>Castanopsis fissa</i>	9,1	8,8	8,1	8,5	8,1	7,6
	<i>Erythrophleum fordii</i>	3,5	3,3	3,0	2,7	2,4	2,2
	<i>Manglietia glauce</i>	7,4	7,0	6,8	7,1	6,9	6,5
	<i>Mesua ferrea</i>	1,3	1,0	0,8	1,5	1,3	1,1
<i>Cunninghamia lanceolata</i>	<i>Castanopsis hystrix</i>	5,6	5,0	4,5	4,1	3,6	3,0
	<i>Micheliahedyo sperma</i>	4,1	3,5	3,1	4,3	3,8	3,3
	<i>Castanopsis fissa</i>	9,4	8,9	8,3	8,8	8,5	8,0
	<i>Erythrophleum fordii</i>	4,8	4,6	4,5	4,3	4,0	3,8
	<i>Manglietia glauce</i>	8,1	7,5	7,0	7,7	7,2	6,3
	<i>Mesua ferrea</i>	1,4	1,2	1,0	1,8	1,5	1,1

* Note: «Élevée» = intensité d'éclaircie élevée (225-300 tiges résiduelles par hectare); «moyenne» = intensité d'éclaircie moyenne (375-450 tiges résiduelles par hectare); et «faible» = intensité d'éclaircie faible (600-750 tiges résiduelles par hectare).

TABLEAU 3. Changements en matière de biodiversité, comparaison entre les peuplements proches de la nature et la situation sans traitement

Espèces de l'étage supérieur	Traitement	Densité du couvert*		Catégorie de communauté	Indicateur de biodiversité					
		2007	2012		Nombre d'espèces		Indice de Shannon-Wiener**		Indice d'équitabilité de Pielou***	
					2007	2012	2007	2012	2007	2012
<i>Pinus massoniana</i>	Plantation de remplacement	0,40	0,59	Arbres	1,0	9,0	0	1,14	-	0,82
				Arbustes	34,0	47,0	1,31	2,78	0,81	0,89
				Herbes	11,0	15,0	0,86	1,46	0,78	0,70
	Contrôle (i.e. sans traitement)	0,81	0,86	Arbres	1,0	1,0	0	0	-	-
				Arbustes	31,0	33,0	1,42	1,93	0,79	0,75
				Herbes	12,0	10,0	0,91	1,29	0,66	0,72
<i>Cunninghamia lanceolata</i>	Plantation de remplacement	0,35	0,56	Arbres	1,0	13,0	0	1,37	-	0,76
				Arbustes	35,0	45,0	1,44	2,58	0,69	0,80
				Herbes	15,0	18,0	1,12	1,82	0,81	0,79
	Contrôle (i.e. sans traitement)	0,80	0,86	Arbres	1,0	1,0	0	0	-	-
				Arbustes	34,0	33,0	1,53	2,01	0,74	0,74
				Herbes	12,0	12,0	1,07	1,51	0,66	0,73

* La densité du couvert est le pourcentage de la superficie forestière couverte par les frondaisons des arbres, vue d'en haut.

** L'indice de Shannon-Weiner augmente au fur et à mesure que la richesse et la répartition d'une communauté écologique s'accroît, la répartition étant une mesure de l'abondance relative des espèces.

*** L'indice d'équitabilité de Pielou est un autre indicateur de la répartition équitable des espèces. Plus cet indice est proche de 1, plus le nombre d'individus des différentes espèces est semblable.

taille adaptée à la coupe plus tôt qu'avec le système d'éclaircie traditionnel, apportant ainsi des bénéfices économiques. À plus long terme, on s'attend à ce que les espèces feuillues augmentent la valeur de la forêt et produisent du bois d'œuvre prisé, la transformation de ce dernier en meubles et autres produits à forte valeur ajoutée devant également générer des emplois significatifs.

Le tableau 3 montre, au travers d'une série de mesures, que les plantations de remplacement ont accru la diversité florale de façon substantielle entre 2007 et 2012, aussi bien dans les plantations de *Cunninghamia lanceolata* que dans celles de *Pinus massoniana*.

ÉTUDE DE CAS 2: RESTAURATION D'UNE FORÊT SUBTROPICALE DÉGRADÉE

La plupart des terres de la Chine méridionale étaient autrefois des forêts primaires denses, avec une riche biodiversité, de grands arbres adultes et peu d'interférences humaines. Toutefois, au fur et à mesure que la population chinoise a augmenté et que les activités humaines se sont étendues, la plus grande partie de cette forêt primaire a été touchée et s'est dégradée. Les forêts gravement dégradées manquent généralement d'essences climaciques et subclimaciques. Aussi n'y a-t-il pas de

source de semences naturelles pour ces espèces et est-il peu probable que des communautés climaciques et subclimaciques puissent se développer par régénération naturelle ou que les forêts primaires puissent se recréer par succession naturelle.

Le CEFT se penche sur la restauration et la remise en état des écosystèmes forestiers subtropicaux gravement dégradés depuis 1979. Il mène à cet égard, sur un site de démonstration de 173 hectares, une activité de recherche qui s'est déroulée en deux phases:

1. Établissement de communautés végétales forestières (1979-1986). La principale activité de cette phase a consisté à introduire sur le site de démonstration plus de 30 espèces pionnières autochtones, transplantées selon des méthodes diverses en fonction de leur physiologie et des conditions du microsite. En 1986, une communauté forestière mixte comprenant de petits blocs de monocultures («parcelles») a été établie sur le site.
2. Promotion d'une démarche de restauration proche de la nature (depuis 2002). Les essences pionnières utilisées lors de la première phase étaient pour l'essentiel inaptes à former une forêt climacique subtropicale. En outre, les parcelles à espèce unique

présentaient une faible biodiversité et n'étaient pas en mesure de fournir des services environnementaux de qualité. Aussi une méthode de restauration proche de la nature a-t-elle été appliquée, de façon à élaguer les arbres et éclaircir les parcelles en monoculture créées précédemment. Dans les espaces sous les frondaisons, dégagés grâce à ces mesures, ont été plantées des essences climaciques et subclimaciques ayant une grande longévité et tolérant l'ombre – comme *Aquilaria sinensis*, *Castanopsis hystrix*, *Parashorea chinensis*, *Phoebe bournei* et *Pterocarpus indicus*. Ainsi, des forêts à une seule strate ont été transformées en forêts mixtes inéquiennes, suivant une trajectoire devant conduire à la création d'une forêt climacique.

Les fondements de la démarche de restauration sont présentés ci-dessous¹.

- *Facteurs abiotiques dominants*. Le milieu écologique de la Chine subtropicale est complexe et composé

¹ Le tableau présenté dans cette section dérive de diverses sources, notamment des activités de recherche du CEFT. Il offre un aperçu général de l'approche du CEFT en matière de restauration des forêts subtropicales dégradées mais ne prétend pas être exhaustif.

de microsites hétérogènes avec des facteurs abiotiques diversifiés, en particulier en termes de climat, aspect, pente, sol et historique du site. La capacité d'adaptation des espèces d'arbres diffère également, aussi les essences doivent-elles être sélectionnées avec précaution à la lueur des facteurs abiotiques qui interviendront durant le processus de restauration (i.e. reboisement spécifique à chaque site).

- **Succession écologique.** La succession écologique pourrait être définie comme le changement progressif de la composition des espèces et de la structure de la forêt causé par les processus naturels au fil du temps (OIBT, 2002). La dégradation écologique, pour sa part, est l'évolution régressive d'un écosystème qui a été perturbé et endommagé, se traduisant par des changements dans la structure de l'écosystème, la perte de fonctions écologiques et des relations interspécifiques nocives. La restauration vise à s'assurer que l'écosystème est suffisamment résilient pour se réparer de lui-même en cas de perturbation. Aussi la démarche de restauration du CEFT se propose-t-elle d'utiliser la succession écologique afin de recréer la structure originale de l'écosystème.
- **Théorie de l'assemblage des communautés s'appuyant sur la notion de niche.** Une espèce occupe un espace multidimensionnel donné à l'intérieur d'un écosystème; l'ensemble des diverses conditions et ressources environnementales requises par une espèce constitue ce que l'on appelle une niche, la taille de cette dernière reflétant les attributs génétiques, biologiques et écologiques de la population. Dans le cadre de la restauration forestière, il est préférable d'utiliser des espèces d'arbres ayant des niches différentes pour éviter la compétition directe et créer des communautés végétales occupant des strates différentes, aussi bien sur le plan temporel que spatial. La diversité des niches peut faciliter une augmentation de la biodiversité dans le temps et accroître la productivité et la fonctionnalité de l'écosystème.
- **Écologie de restauration.** L'écologie de restauration promeut l'adoption de techniques et méthodes visant à initier

ou accélérer la remise en état d'un écosystème, en termes de santé, intégrité et durabilité.

Pratiques de restauration

Les techniques de restauration actuellement employées sur le site expérimental – et qui ont été revues au cours du temps – et qui ont été revues au cours du temps – sont décrites ci-dessous en termes généraux.

Plantation. La densité de plantation initiale est de 2 m × 2 m, le matériel utilisé étant des semis à racines nues de 1 an appartenant aux espèces pionnières *Mytilaria laosensis*, *Castano psishystrix* et *Betula alnoides*, plantés dans des trous de 0,6 m × 0,6 m × 0,35 m de profondeur, à l'intérieur de petites parcelles en monoculture. Ces plantations sont effectuées au printemps, idéalement des jours nuageux après une pluie.

Soins cultureux. Les soins cultureux consistent à défricher la végétation concurrente autour des plants (dans un rayon de 0,8-1,0 m), les mauvaises herbes coupées servant alors de paillis pour retenir l'humidité du sol, enrayer la croissance de nouvelles mauvaises herbes, et fournir un apport nutritionnel en se décomposant; le sol est également ameubli pour favoriser l'infiltration de l'eau. Les plants sont entretenus deux fois par an (en mars-avril et en juillet-août) pendant les trois premières années, même si certains sites présentant une forte densité de végétation concurrente exigeraient des soins cultureux supplémentaires (en septembre-octobre).

Le site fait l'objet de nouveaux soins la huitième année, pour être débarrassé des lianes, du bois mort et des arbres desséchés, abîmés ou malades. Une première éclaircie est effectuée la dixième année pour enlever 40 pour cent des arbres pionniers. La quinzième année, est menée une deuxième éclaircie visant à enlever 50 pour cent des arbres restants. Une troisième éclaircie est faite la vingtième année; selon les caractéristiques des diverses essences, son intensité peut varier de 50 à 70 pour cent, de façon à parvenir à une densité finale de 300-375 arbres par hectare.

La vingtième année, des essences prisées tolérant l'ombre sont intercalées dans le sous-étage des espèces pionnières, à une densité de 4 m × 5 m (450-600 plants par hectare), et espacées de manière régulière ou aléatoire, selon la configuration et les

proportions des espèces. Les espèces qui conviennent à ces cultures intercalaires sont notamment *Manglietia hainanensis*, *Mesua ferrea*, *Michelia macclurei*, *Paramichelia baillonii* et *Tectona grandis*. Les espèces tolérantes à l'ombre sont plantées dans des trous de 0,6 m × 0,6 m × 0,35 m de profondeur; les jeunes plants font l'objet de soins cultureux durant les trois premières années, selon la méthode décrite plus haut pour les essences pionnières. Au bout de cette période, on les laisse pousser naturellement, sans intervention.

Système de gestion proposé pour l'avenir. Un système de coupe sélective sera appliquée à la forêt lorsque les arbres seront adultes. Entre la quarantième et la cinquantième année, les arbres ayant un dhp égal ou supérieur à 50 cm seront récoltés. Des précautions sont nécessaires afin de minimiser les dégâts sur le peuplement lors de la coupe – un système de débardage par téléphérage, testé en 2012 dans la forêt expérimentale, n'a causé que peu de dégâts aux arbres restants. Après la première coupe sélective, il n'y aura plus de plantation. La régénération naturelle émergera dans les espaces laissés libres par la récolte et sera à l'origine de la nouvelle génération d'arbres, qui devront être gérés comme des arbres de récolte potentiels. Ainsi sera créée une forêt semi-naturelle, apte à être gérée durablement.

État actuel

Trente ans plus tard, la biodiversité du site expérimental s'est accrue et différentes communautés végétales se sont formées. Le dhp moyen des arbres âgés de 30 ans est de 28-35 cm, leur hauteur moyenne de 18-25 m et le volume sur pied de 420-625 m³ par hectare. L'augmentation annuelle moyenne du dhp est de 1,1 cm et celle de la hauteur de 0,8 m.

La forêt est parvenue à un état de succession naturelle et les arbres se régénèrent naturellement – en particulier *Castanopsis hystrix*, *Erythrophleum fordii*, *Michelia macclurei* et *Mytilaria laosensis*. En 2012, par exemple, des plants de *Castanopsis hystrix* établis naturellement étaient présents sur le site, à une densité de quelque quatre plants par mètre carré, ayant une hauteur comprise entre 0,25 et 1,50 m. Des plants de *Mytilaria laosensis* établis naturellement étaient présents à une densité de cinq plants par mètre carré, ayant une

hauteur comprise entre 0,2 et 2,5 m. Ainsi, cette approche de restauration forestière facilite une augmentation de la biodiversité et aide à stabiliser l'écosystème, rétablir les services environnementaux, améliorer la productivité de la forêt et accroître sa valeur économique. Elle est devenue un exemple à suivre pour la restauration des forêts naturelles dégradées dans la Chine subtropicale.

CONCLUSION

L'ampleur du programme de plantation forestière chinois est sans précédent dans le monde. Cependant, malgré son succès général, il est clair que les nouvelles forêts du pays doivent faire face à des enjeux significatifs. Les monoculture forestières peuvent apparaître comme un moyen financièrement efficace de produire du bois, mais ce type de plantation est vulnérable aux ravageurs, aux maladies et à la variation des conditions environnementales, et la deuxième génération ainsi que les suivantes voient souvent une baisse de leur productivité. Il apparaît ainsi urgent de trouver des approches plus durables garantissant la productivité et la résilience à long terme des nouvelles forêts, tout en répondant aux exigences économiques, sociales et environnementales.

La foresterie proche de la nature prend tout son sens dans une perspective environnementale. Elle vise à utiliser le plus largement possible les processus naturels et à établir une résilience écologique en encourageant la diversité – qu'il s'agisse

du nombre d'espèces, de la structure de la forêt ou des paysages. Avec le temps, cette démarche forestière améliore les fonctions écologiques, réduit l'érosion du sol, augmente la qualité de l'eau et accroît la valeur esthétique des paysages. Il est essentiel de conduire davantage d'activités de recherche sur les coûts et les bénéfices de cette approche, afin de garantir qu'elle réponde aux objectifs économiques. Les signes sont toutefois positifs, eu égard aux prix très élevés pouvant être obtenus pour les essences présentes dans ces forêts et à la vaste gamme d'activités génératrices de revenus qui pourraient être développées.

Les modèles expérimentaux décrits dans cet article, à l'instar d'autres (notamment concernant les plantations d'*Eucalyptus*), présentent un moyen potentiel de transformer les vastes monocultures chinoises en forêts proches de la nature, aptes à offrir des retombées économiques non négligeables et, en dernière analyse, à créer une ressource de très grande valeur. Encouragés par la réussite du CEFT, les 12 principaux centres expérimentaux du pays conduisent actuellement des recherches similaires, visant à développer la foresterie proche de la nature en l'adaptant aux conditions d'autres régions biogéographiques et paysages chinois. L'approche du CEFT pourrait également être appliquée ailleurs en Asie tropicale et subtropicale. ♦



Références

- Administration forestière de l'État.** 2014. Huitième inventaire forestier national. Beijing, Chine.
- FAO.** 2010. *Évaluation des ressources forestières mondiales 2010 – Rapport principal*. Étude FAO: Forêts n° 163. Rome.
- Küchli, C.** 2013. L'expérience de la Suisse en matière de durabilité et d'adaptation forestières. *Unasylva*, 64(240): 12-16.
- OIBT.** 2002. *Directives OIBT pour la restauration, l'aménagement et la réhabilitation des forêts tropicales dégradées et secondaires*. Organisation internationale des bois tropicaux, Yokohama, Japon.
- Yu, X., Bai, X., Xu, D. et Chai, J.** 1999. Nutrient cycle of *Eucalyptus* plantations with different continuous-planting rotations. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 20(3): 60-66.
- Un compte rendu exhaustif des approches expérimentales du CEFT en matière de foresterie proche de la nature a récemment été publié par l'Asia-Pacific Network for Sustainable Forest Management and Rehabilitation (Réseau Asie-Pacifique pour la gestion durable et la réhabilitation des forêts). ♦

Après 30 ans de restauration, les terres dégradées sont recouvertes de diverses espèces de feuillus ayant été plantées dans des parcelles, Ferme forestière de Baiyun, Centre expérimental de foresterie tropicale





© AGS-CTFC

Expériences de restauration des paysages forestiers en Europe du Sud: des techniques durables pour améliorer rapidement la performance des arbres

J. Coello, J. Cortina, A. Valdecantos et E. Varela

Il est crucial de faire prendre conscience des biens et services offerts par les forêts, de même que des risques que celles-ci courent dans des conditions climatiques de plus en plus rudes, pour renforcer l'appui aux programmes de restauration forestière en Europe du Sud.

Jaime Coello est Ingénieur forestier et Chercheur à l'Unité de la gestion durable des forêts, Centre technologique forestier de Catalogne (CTFC).

Jordi Cortina est Professeur au Département de l'écologie et à l'IMEM, Université d'Alicante, Espagne.

Alejandro Valdecantos est Chercheur principal à la fondation Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM), Espagne.

Elsa Varela est Chercheuse au Bureau régional méditerranéen de l'Institut forestier européen (EFIMED).

LE CONTEXTE DE L'EUROPE DU SUD

L'Europe du Sud est une région dotée d'une grande variété écologique; elle comprend en effet 13 des 21 bioclimats européens (Rivas-Martínez *et al.*, 2004), grâce à un vaste éventail de conditions combinant propriétés physiques, relief accidenté et historique de l'utilisation des terres (Vallejo *et al.*, 2012a)¹. La région méditerranéenne, où se situe l'Europe du Sud, est l'un des 25 points chauds (*hotspots*) de la biodiversité du monde (Palahí *et al.*, 2008), c'est-à-dire une zone caractérisée à la fois par des niveaux exceptionnels de

végétation endémique et par une sévère perte d'habitat, et appelant donc à des efforts de conservation significatifs.

Un trait distinctif de l'Europe du Sud est son climat méditerranéen, avec des hivers doux et humides et des étés chauds et secs. Une autre caractéristique de cette zone est son histoire d'intense activité humaine, s'étendant sur des millénaires. Les paysages culturels qui en résultent sont riches mais ont été sujets à des épisodes de dégradation environnementale majeure, essentiellement dus à la conversion des forêts en terres agricoles ou en pâturages, et à la surexploitation des ressources forestières. Cette situation

¹ Dans le cadre de cet article, la désignation d'Europe du Sud fait référence aux zones méditerranéennes de la France, de l'Italie, de l'Espagne, du Portugal, des Balkans et de la Turquie, telles qu'elles sont définies par Vallejo *et al.* (2012a).

En haut: Pin d'Alep planté dans un contexte semi-aride en utilisant un conditionneur de sol et un paillage en toile de jute

n'a fait qu'être exacerbée par la lente capacité de redressement des écosystèmes, liée à une disponibilité de l'eau limitée et inégale ainsi qu'aux feux de forêt, naturels ou d'origine humaine. Ces facteurs ont eu pour conséquence que la gestion de ces écosystèmes apparaît pour l'essentiel peu rentable; ainsi, leur restauration ne présentant pas d'intérêt commercial, elle tend à dépendre exclusivement de financements provenant d'institutions publiques ou d'organisations à but non lucratif.

Au cours des dernières décennies, l'utilisation des terres s'est polarisée. Les zones les moins productives et les plus difficiles d'accès ont vu un abandon de l'agriculture, de l'élevage et de l'exploitation forestière. Aussi le modèle traditionnel d'utilisation des terres en mosaïque a-t-il été remplacé par des paysages plus homogènes, où la végétation forestière colonise rapidement les champs délaissés. Entre 1990 et 2000, l'Espagne, l'Italie et la France ont affiché un gain net de superficie forestière respectivement de 2,1, 1,0 et 0,6 pour cent, ce qui les place parmi les 10 pays du monde avec la plus forte augmentation de surface forestière (FAO, 2010). Les écosystèmes qui en résultent sont déséquilibrés sur le plan structurel (la plupart des arbres ayant le même âge) et excessivement denses (la croissance étant stoppée du fait de la concurrence entre les plantes), et montrent un manque de vigueur et une faible capacité de régénération, ce qui se traduit par une mauvaise résilience face aux perturbations.

De l'autre côté, les zones facilement accessibles et les plaines ont vu leurs utilisations s'intensifier, stimulées en cela par le développement économique et le soutien de l'Union européenne (UE) des trois dernières décennies. De nombreuses régions traditionnellement pauvres ont lancé des programmes d'appui à l'intensification de la production agricole (comme l'irrigation et les serres) et de l'élevage, et les pays de l'Europe méridionale sont maintenant les premiers fournisseurs de fruits et produits horticoles de l'Europe centrale et septentrionale (Union européenne, 2014). Parmi les autres activités en expansion ces dernières années, on compte le développement immobilier et le tourisme, qui sont devenus des piliers économiques majeurs pour la plupart des régions de l'Europe du Sud. La population de cette dernière est

de plus en plus concentrée dans les zones urbaines, en particulier sur les côtes (Grove et Rackham, 2003). Ces changements et cet accroissement de la richesse ont cependant un coût: la région méditerranéenne, en particulier l'Europe du Sud, affiche un important déficit écologique, c'est-à-dire la différence qui existe entre la consommation de l'empreinte écologique (superficie d'eau et de terres biologiquement productives requise pour produire les biens consommés et assimiler les déchets générés) et la capacité réelle des écosystèmes. Ce déséquilibre s'est accru de 230 pour cent entre 1961 et 2008 (GFN, 2012). L'impact combiné de ces pressions a conduit à une grave dégradation de l'environnement à l'échelle locale et à une surexploitation continue ou saisonnière des ressources, notamment de l'eau (Daliakopoulos et Tsanis, 2013).

Les forêts de l'Europe méridionale sont largement reconnues pour leur multifonctionnalité en termes de production de biens (bois, biomasse, liège, noix comestibles, plantes médicinales et aromatiques, miel, gibier et résine, par exemple). D'après les estimations de diverses études, les produits forestiers non ligneux (PFNL) comptent pour plus de 40 pour cent dans la valeur économique totale des forêts méditerranéennes (Merlo et Croitoru, 2005). En outre, la demande croissante d'équipements et de services sociaux, de même que la reconnaissance du rôle joué par les forêts dans la protection de l'eau et du sol, montrent l'importance de la dimension non commerciale de ces écosystèmes, jouant en faveur de leur valorisation et de la promotion de leur conservation.

Le type de propriété forestière a des implications notables sur l'utilisation et la conservation des forêts. Dans l'Europe du Sud, plus de 60 pour cent de celles-ci (98 pour cent dans le cas du Portugal [FAO, 2010]) sont des propriétés privées (Forest Europe, CENUE et FAO, 2011), marquées par une grande fragmentation – par exemple, au Portugal, 85 pour cent des propriétés forestières font moins de 5 ha (Forest Europe, CENUE et FAO, 2011). L'absence de rentabilité économique et d'incitations ciblées encourageant les propriétaires à une promotion active fait qu'il est difficile d'envisager la mise en place de plans conjoints de gestion ou de restauration forestière. Cela se traduit aussi

par des effets négatifs inattendus, comme l'augmentation des risques d'incendie, susceptible de mener à une perte de biens commercialisables (produits forestiers, infrastructures) et non commercialisables (biodiversité, qualité des paysages), ou une dépendance accrue à l'égard des matériaux non renouvelables.

LA RESTAURATION DES PAYSAGES FORESTIERS EN EUROPE DU SUD

La restauration des paysages forestiers (RPF) est définie comme un processus planifié visant à récupérer une intégrité écologique et à accroître le bien-être humain dans les paysages forestiers déboisés ou dégradés (WWF et UICN, 2000). Cette approche a été identifiée comme étant la base idéale pour la gestion des écosystèmes terrestres méditerranéens, du fait de son orientation vers la remise en état de la fonctionnalité du paysage, de son approche holistique, et de sa combinaison d'objectifs tendant à la production et à la conservation (Soutsas *et al.*, 2004).

Comme cela a été mentionné plus haut, l'Europe du Sud a vu une croissance sensible de sa superficie forestière depuis les années 90, souvent liée à l'abandon des cultures et des pâturages et à la colonisations des aires libres qui s'en est suivie, ou bien à l'empiètement de zones forestières avec une végétation rare (Abraham *et al.*, 2014). Toutefois, les initiatives de boisement et reboisement ont aussi contribué à cette augmentation. Deux pays de la rive Nord de la Méditerranée (la Turquie et l'Espagne) se rangent parmi les 10 premiers pays du monde en termes de superficie reboisée, avec respectivement 87 300 et 30 461 hectares par an entre 2003 et 2007 (FAO, 2010). Dans les dernières décennies, les initiatives les plus courantes en matière de restauration des paysages forestiers ont concerné la remise en état des terres à la suite d'incendies, la prévention de la dégradation des terres, la lutte contre la désertification et le boisement d'anciennes terres agricoles.

Les actions de restauration forestière à la suite d'incendies ont été particulièrement significatives au Portugal et en Espagne, où la superficie brûlée a représenté 45 pour cent de la superficie totale affectée par les feux de forêt en Europe entre 1960 et 2000 (Schelhaas *et al.*, 2003); la tendance s'est poursuivie au cours de la décennie

suiuante, 2 millions d'hectares ayant brûlé dans le seul Portugal entre 2000 et 2013 (Schmuck *et al.*, 2014). La Grèce et les pays de l'ouest des Balkans ont également souffert de graves feux de forêt dans les dernières décennies.

La dégradation des terres est un problème commun dans la plupart des régions du sud de l'Europe, et elle est surtout significative là où la disponibilité d'eau est limitée ou fait d'une lente capacité de reprise, que ce soit à cause de phénomènes naturels – comme de faibles précipitations ou une forte évapotranspiration – ou d'actions humaines – comme la surexploitation des ressources en eau souterraine ou la salinisation dérivant de techniques agricoles inappropriées (Gunal, 2014).

Des pays comme la Turquie et l'Espagne ont lancé des programmes de lutte contre la désertification, respectivement le Projet de remise en état des bassins versants de l'Anatolie orientale en 1993 (Cevik *et al.*, 1999) et le Projet LUCDEME (LUCha contra la DEsertificación en el MEDiterráneo) en 1981 (MAGRAMA, 2015).

Enfin, le boisement des terres agricoles a représenté le type de restauration forestière principal mené dans les pays situés le plus au sud de l'UE (Grèce, Italie, Portugal et Espagne), depuis la mise en œuvre des mesures de Politique agricole commune (1992-1999) et d'autres politiques de développement rural de l'Union (à partir de 2000).

Les principaux facteurs qui modèleront les opportunités de RPF en Europe du Sud à court et à moyen terme concernent les contraintes financières, le changement climatique et les politiques de l'UE en matière d'environnement et de recherche.

Comme cela a été évoqué plus haut, le financement des activités de RPF dans le sud de l'Europe ne peut pas dépendre exclusivement de la rentabilité économique des investissements, mais doit s'appuyer au contraire sur les services écosystémiques, qui sont souvent non commercialisables. Aussi, l'investissement public pourrait-il être essentiel pour garantir la mise en œuvre de la RPF. Dans la plupart des pays de l'Europe du Sud, les financements nationaux disponibles sont

particulièrement limités depuis le début de la crise économique, qui a eu un impact majeur sur les économies des pays et, par conséquent, sur la mise en œuvre de projets de restauration forestière à grande échelle. À l'heure actuelle, de nombreuses activités de reboisement, généralement de petite dimension, sont menées avec l'appui financier et logistique d'organisations non gouvernementales (ONG) et de bénévoles.

Le bassin méditerranéen est considéré comme l'une des zones les plus vulnérables au changement climatique (GIEC, 2007a, b; Regato, 2008; Vayreda *et al.*, 2012). Celui-ci se manifeste notamment par une hausse des températures, associée à une baisse des précipitations et à un changement de leur distribution saisonnière, et par des événements extrêmes plus fréquents (pluies torrentielles et sécheresses). Cela peut affecter de façon dramatique la fourniture de biens et services de la part des écosystèmes forestiers, en termes de

Dégradation de l'écosystème à la suite d'incendies de forêt d'origine humaine, Sierra de Chiva, Valence, Espagne



Restauration d'un paysage forestier sur une terre agricole marginale, Avinyo, Barcelone, Espagne



régulation du cycle de l'eau, stockage du carbone, approvisionnement en bois et en produits non ligneux, et autres services variés, sur le moyen et le long terme (FAO, 2013). De manière générale, le changement climatique est susceptible de réduire l'aptitude des forêts méditerranéennes à faire face aux perturbations, eu égard à la fréquence et à la gravité accrue des foyers d'agents pathogènes, des feux de forêt et de la sécheresse (FOREST EUROPE, CENUE et FAO, 2011). La prise en compte de la nécessité d'agir en regard des changements climatiques, surtout en termes d'interventions et politiques d'atténuation à tous les niveaux, représente une opportunité significative pour le développement et la mise en œuvre de nouvelles initiatives de RPF en Europe du Sud.

Enfin, les politiques de l'UE en matière d'environnement et de recherche pour la période 2014-2020 prêtent une attention spécifique aux aspects climatiques. Pour ce qui est de la RPF, on trouve dans le programme Horizon 2020 un appel à propositions spécifique, dans le thème «Restauration plus efficace des écosystèmes de l'UE», qui représente la possibilité de faire un pas en avant en faveur de systèmes ciblés recourant à une démarche holistique de restauration des paysages. Un autre

programme important de l'UE en relation avec la RPF consiste dans son engagement à restaurer, d'ici 2020, 15 pour cent des terres dégradées européennes, une initiative lancée par la Convention sur la diversité biologique (CDB) des Nations Unies².

APPROCHE TECHNIQUE DE LA RPF EN EUROPE DU SUD

L'approche technique de la restauration des paysages forestiers en Europe du Sud s'appuie sur des contraintes spécifiques.

Contraintes spécifiques de la RPF en Europe du Sud

Les contraintes principales pesant sur la RPF en Europe du Sud sont liées à des facteurs socioéconomiques, biotiques et abiotiques:

² Selon la définition de la CDB, une forêt dégradée est une forêt secondaire qui a perdu, au travers d'activités humaines, la structure, la fonction, la composition des espèces ou la productivité normalement associées au type de forêt naturelle attendu sur ce site. Par conséquent, sur un site donné, une forêt dégradée fournit un approvisionnement réduit en biens et services et ne maintient qu'une diversité biologique restreinte. La diversité biologique des forêts dégradées contient plusieurs composantes autres que les arbres, qui pourraient dominer dans la végétation située en dessous de la canopée (<https://www.cbd.int/forest/definitions.shtml>).

Contraintes économiques: Le faible rapport coûts-avantages de la RPF (en termes économiques) la rend largement dépendante des financements publics, lesquels visent essentiellement, dans ce cadre, à la fourniture de services écosystémiques (Vallejo *et al.*, 2012b). Les principales contraintes économiques sont les suivantes:

- la faible productivité, qui décourage les initiatives privées;
- la difficulté d'accès: il peut être coûteux de mécaniser les interventions, par exemple dans le cas de pentes abruptes, ou bien de réseaux routiers insuffisants ou de mauvaise qualité;
- les coûts de la main d'œuvre, qui peuvent être relativement élevés comparés à ceux de la rive sud du bassin méditerranéen.

Contraintes sociales: Rare implication sociale dans la RPF (définition des objectifs, appui à la mise en œuvre et suivi), qui limite les possibilités de réalisation de la RPF à proximité de zones habitées.

Disponibilité des ressources du sol, notamment de l'eau: Le faible niveau des précipitations annuelles peut dissimuler de fortes variations saisonnières ou d'année en année, les sécheresses étant souvent suivies de pluies torrentielles. Du fait du manque d'eau, ce régime climatique

TABLEAU 1. Principales techniques appliquées pour favoriser l'établissement réussi d'arbres et d'arbustes dans le cadre de la RPF en Europe du Sud

Techniques pour accroître la disponibilité de l'eau et du sol (particulièrement pertinentes pour les sites plus arides)		
Action	Technique	Description
Préparation du sol	Collecte des eaux	Modification du profil du sol dans la zone autour de l'arbre pour concentrer et recueillir le ruissellement; cela peut être complété par l'instauration d'une zone imperméable visant à concentrer le ruissellement et/ou d'une zone extrêmement perméable (colonne de pierres ou puits sec) juste au-dessus du plant visant à renforcer l'infiltration de l'eau
	Trous de plantation profonds/larges	Préparation du sol en profondeur (ameublement du sol, excavation; trou de 60-90 cm) pour favoriser la rétention de l'eau et la croissance des racines
Irrigation	Irrigation au moyen de réservoirs d'eau/micro-goutteurs	Apport d'eau issue de dépôts, chariots ou réservoirs, directement sur la plante ou au travers de tuyaux partiellement enterrés
Techniques et matériel de reproduction forestière adaptés/améliorés	Utilisation de plants bien adaptés	Espèces autochtones de provenance locale, plants de bonne qualité physiologique et génétique
	Plantules mycorhizées	Utilisation de plants comprenant une association mycorhizienne (plantes et champignons) spécifique qui favorise l'absorption d'eau et de nutriments
	Promotion de la diversité fonctionnelle	Utilisation d'espèces variées ayant des caractéristiques différentes (rejets et pieds-mères, espèces à racines profondes et superficielles, espèces fixatrices d'azote)
	Semis direct	Utilisation de semences au lieu de plants en vue de réduire les coûts
	Optimisation du moment de la plantation/du semis	Planter et semer quand l'humidité et la température sont optimales pour la croissance des plantes
Amélioration de la fertilité du sol	Conditionneurs de sol contenant des polymères absorbants	Produit granulé mélangé au terrain dans le trou de plantation, pour absorber l'excès d'eau après les pluies, la retenir et la relâcher progressivement; le conditionneur de sol contient aussi d'autres ingrédients, notamment des engrais et des stimulateurs de croissance racinaire
	Fertilisants du sol et amendements	Renforcer la fertilité du sol avec des engrais à libération lente et des amendements organiques
Mise en œuvre de la RPF tenant compte des conditions du microsite	Échelle de travail: microsite	Mettre en œuvre la RPF sur les sites optimaux, comme ceux accumulant les eaux de ruissellement. Sur les terres arides, il peut être bénéfique de faire les plantations près de plantes de couverture préexistantes, c'est-à-dire des herbes ou arbustes pouvant protéger le jeune plant contre une radiation excessive, un manque de nutriments ou les prédateurs durant les cinq premières années
Techniques pour maîtriser la végétation concurrente (particulièrement pertinentes pour les sites humides)		
Action	Technique	Description
Désherbage chimique	Herbicides	Application d'herbicides en vue de supprimer les herbes adventices, à condition qu'il n'y ait aucun empêchement environnemental ou légal; intervention récurrente
Désherbage mécanique	Désherbage mécanique	Désherbage manuel ou effectué avec un tracteur; intervention récurrente avec le risque d'endommager les arbres ou arbustes établis
Paillage	Films de paillage en plastique	Feuille de paillage souple installée au sol autour de l'arbre pour supprimer la végétation concurrente; application unique, efficace pour accroître la rétention de l'eau dans le sol; doit être enlevée
	Films de paillage biodégradables	Couverture biodégradable (bioplastique, fibre végétale); résultats semblables à ceux des films en plastique, coût d'achat plus élevé mais n'a pas besoin d'être enlevée
	Paillage en particules	Paillage constitué d'une couche de matériaux organiques (déchets agricoles ou forestiers: paille, copeaux de bois...) ou inorganiques (pierres). Effet similaire aux films de paillage, avec la possibilité de valoriser les déchets organiques
	Paillis vivant	Semer autour de l'arbre les espèces souhaitées pour éviter l'établissement spontané d'herbes adventices; requiert une bonne connaissance du site, de l'écologie végétale et des interactions entre plantes
Techniques sylvicoles	Haute densité	Utilisation de fortes densités initiales de semis ou plantation, de préférence de diverses espèces, pour favoriser la fermeture rapide du couvert; technique s'entretenant d'elle-même, convenant aux sites riches
Techniques contre les dégâts causés par le pacage		
Action	Technique	Description
Protection de la zone	Clôture	Fermer le périmètre avec une barrière physique, faite de maille métallique ou avec des fils électriques branchés à un générateur
	Répulsif chimique	Répulsifs commerciaux ou artisanaux qui peuvent avoir une fonction chimique (par exemple, cheveux humains), appliqués de façon récurrente
Protection individuelle	Abri avec parois pleines	Abri de préférence ventilé, faisant un effet de serre: température maximale plus élevée, radiation plus faible et moindre exposition aux vents desséchants
	Abri avec parois à mailles	Treillis de forme cylindrique, avec un effet de serre faible ou négligeable pour éviter une minceur excessive des plants et les dommages thermiques
Techniques sylvicoles	Espèces masquantes/répulsives	De préférence là où les densités de plantation sont élevées: utilisation d'espèces limitant l'accès des animaux sauvages (espèces épineuses ou peu appétissantes)

Sources: Mansourian *et al.*, 2005; Chirino *et al.*, 2009; Coello *et al.*, 2009; Oliet et Jacobs, 2012; Vallejo *et al.*, 2012b; Piñeiro *et al.*, 2013; Stanturf *et al.*, 2014.

affecte directement la végétation, qui perd en croissance et en vigueur et risque de mourir. En outre, des effets indirects se font sentir sur l'écosystème, comme le risque élevé de feux de forêt et le mauvais développement du sol, affecté par l'érosion et la faible accumulation de matière organique. Les sols qui en résultent, pour l'essentiel très minces, sont peu fertiles (Pausas *et al.*, 2004) et ont une maigre capacité de rétention de l'eau. Ce facteur est particulièrement critique dans les zones dotées de faibles précipitations et d'une physiographie négative (pente raide ou forme convexe, par exemple).

Végétation concurrente: Des herbes poussant spontanément et souvent indésirables peuvent entrer en concurrence avec la végétation souhaitée (plantée ou semée) en ce qui concerne l'eau, la lumière et les nutriments, entravant en dernière instance sa survie et sa croissance (Willoughby *et al.*, 2009). La concurrence peut être extrêmement intense sur les sites les plus humides.

Dégâts causés par le pacage: Les herbivores domestiques et sauvages peuvent compromettre le succès d'opérations d'ensemencement ou de plantation, et par conséquent la survie et la croissance de la végétation attendue. Les populations de plus en plus considérables de daims, chevreuils et sangliers dans les zones plus humides (Van Lerberghe, 2014), et de lapins et lièvres dans les zones plus sèches, constituent un défi majeur pour la durabilité de la RPF.

Contraintes locales: Des zones spécifiques peuvent présenter des obstacles supplémentaires, tels que des sols très minces, une part importante du sol consistant en cailloux et pierres, une teneur élevée en carbonate ou en calcaire actif, ou des sols alcalins.

Solutions pour la restauration des paysages forestiers en Europe du Sud

Les expériences de RPF menées en Europe du Sud ont permis de développer une série de solutions techniques pour favoriser l'établissement réussi d'arbres et d'arbustes et faciliter leur survie et leur résilience. Les techniques les plus couramment utilisées pour surmonter les contraintes biotiques et abiotiques mentionnées ci-dessus, qui sont très critiques durant les premières années de remise en état, sont présentées au tableau 1.

APPLICATION ET DÉVELOPPEMENT DE TECHNIQUES DE RPF INNOVANTES

Deux initiatives remarquables de restauration forestière menées en Europe du Sud sont présentées ci-dessous.

Conjuguer l'efficacité et la durabilité en matière de boisement/reboisement dans un contexte de changement climatique: nouvelles technologies pour améliorer les caractéristiques du sol et la performance des plantes (Projet SustAffor [FP7-2013-SME-606554]), 2013-2015.

L'objectif principal du projet est de concevoir, produire, développer et valider sur le terrain de nouvelles techniques visant à améliorer les projets de boisement/reboisement sur le plan environnemental, technique et économique, et à explorer les synergies, dans le cadre d'un vaste éventail de conditions écologiques représentatives de l'Europe du Sud. Ces nouvelles techniques intègrent notamment:

- une nouvelle génération de conditionneurs de sol, comprenant un nouveau polymère absorbant au sein d'un mélange amélioré. L'objectif est de diminuer le stress dû à la plantation et d'accroître la disponibilité de l'eau du sol durant les périodes sèches;
- des produits de paillage innovants: (i) paillage en bioplastique entièrement biodégradable, fait à partir d'une nouvelle formule de biopolymère, fondu avec une feuille de paillage en bioplastique souple; (ii) paillage en bioplastique semi-rigide entièrement biodégradable, fait à partir d'une nouvelle formule de biopolymère; (iii) paillage entièrement biodégradable en toile de jute, traité avec une résine de furanne biologique pour en accroître la durabilité, et (iv) natte de paillage de longue durée, faite à partir de caoutchouc recyclé (pneus usés, courroies transporteuses), réutilisable dans d'autres projets de plantation arboricole. Les paillages biodégradables sont destinés à devenir une alternative au paillage en plastique, plus respectueuse de l'environnement et ne nécessitant pas d'être enlevée. Le paillage de

longue durée en caoutchouc vise à réutiliser les déchets industriels, une technique prometteuse, en particulier pour la restauration en milieu urbain.

Ces techniques sont évaluées, individuellement et en association, et sont comparées aux techniques de référence (à savoir les conditionneurs de sol commerciaux, le paillage en plastique et l'application d'herbicides) dans le cadre de huit tests de terrain menés dans le nord-est de l'Espagne, répartis sur un éventail de conditions climatiques représentatives des principaux bioclimats de l'Europe du Sud: semi-aride (*BS – Climat de steppe froid*, selon la classification du climat de Köppen), méditerranéen continental (*Csb – climat tempéré avec été chaud et sec*), méditerranéen humide (*Cfb – climat tempéré maritime*), et montagneux (*Cfc/ Dfb – climat tempéré/continental*). Les tests de terrain en conditions semi-arides (avec du pin d'Alep, *Pinus halepensis*) et montagneuses (avec du frêne – *Fraxinus excelsior* – et du bouleau – *Betula pendula*) ont consisté en interventions typiques de protection des forêts promues par des instances publiques dans des zones escarpées et difficiles d'accès. Les tests de terrain en conditions méditerranéennes continentales et humides consistent en plantations productives et sont communément menés par des acteurs privés dans le cadre du boisement de petites parcelles agricoles: les espèces concernées comprennent un noyer hybride (*Juglans x intermedia*), pour la production de bois prisé; le chêne vert (*Quercus ilex*), accompagné de l'inoculation de mycorhizes de truffe noire (*Tuber melanosporum*); et le pin pignon (*Pinus pinea*), pour la production de fruits à coque.

Les effets des différentes techniques, seules et combinées, pour un total de 17 traitements par test de terrain, ont été évalués à trois niveaux:

- l'arbre: survie, diamètre et croissance en hauteur, physiologie (variables liées à l'eau) et mesure allométrique de la biomasse (aérienne et souterraine);
- le sol: effets des arbres sur les paramètres les plus importants liés à la fertilité du sol et aux modifications biochimiques de la matière organique du sol;

- les conditions environnementales au niveau du microsite: humidité du terrain et température.

Le consortium du projet est composé de 10 instances relevant de quatre pays, dont quatre petites et moyennes entreprises (PME) développant de nouvelles techniques (DTC, EcoRub, La Zeloise, Terra Cottem Internacional), deux PME commercialisant des produits destinés à la RPF (Terrezu, Ceres International) et quatre centres de recherche-développement (CTFC – coordonnateur de projet –, CNRS, Centexbel et EdmaInnova).

Au bout de deux ans d'expérience de terrain, les résultats préliminaires suggèrent que les conditionneurs de sol innovants ont un impact positif significatif sur les sites caractérisés par des sols pauvres, avec une faible capacité de retenir l'eau et les nutriments (climat semi-aride et montagneux), tandis que le paillage, qu'il emploie des matériaux novateurs ou traditionnels, apparaît comme une excellente option pour la gestion extensive de plantations forestières sur des sites productifs (climat méditerranéen continental et humide).

Projet de démonstration d'Albatera

Les projets de démonstration mettent en œuvre des techniques qui ont fait leurs preuves dans des expérimentations à petite échelle et des projets pilotes, et sont un excellent outil pour diffuser les pratiques optimales. En 2002, un projet de démonstration visant à restaurer des zones semi-arides dégradées a été établi à Albatera, dans le sud-est de l'Espagne, grâce à une collaboration entre des administrations publiques (Dirección General de Conservación de la Biodiversidad, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente; Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente, Generalitat Valenciana), la fondation Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM), l'Université d'Alicante et le Centro de Investigaciones sobre Desertificación (CSIC-CIDE) (Vilagrosa *et al.*, 2008).

La zone concernée est très vulnérable à la désertification en raison de son climat semi-aride, avec des précipitations rares mais torrentielles et des températures estivales élevées, la présence de sols fortement sujets à l'érosion et une topographie accidentée. Cette vulnérabilité est également le résultat de l'histoire de son utilisation

des terres, comportant une exploitation intensive pour la récolte de bois de feu et de fibres et pour la pâture. Après l'abandon des terres au milieu du XX^e siècle, la récupération spontanée est restée limitée, et la plantation de *Pinus halepensis* n'a souvent rencontré qu'un maigre succès. Les terrasses destinées à favoriser l'établissement du pin ont souvent eu l'effet contraire, du fait qu'elles réduisaient fréquemment la fertilité du sol superficiel et, malgré la concentration du ruissellement, conduisaient encore plus au transport des sédiments et à l'érosion. De vastes pans du bassin versant de 25 hectares étaient gravement perturbés par une canalisation et un dense réseau de routes non pavées.

Après un diagnostic initial, le projet a identifié quatre objectifs majeurs: (1) réhabiliter la fonctionnalité du bassin versant en établissant des parcelles de végétation et en restaurant leur rôle essentiel dans les cycles de l'eau, du carbone, des sédiments et des nutriments, ainsi qu'en facilitant leur impact positif sur l'assemblage de communautés (arrivée de nouvelles espèces dans l'écosystème), (2) accroître la biodiversité, de même que la résistance et la résilience aux perturbations et sources de stress futures, et (3) prévenir une ultérieure dégradation du site en réduisant le risque d'érosion et d'inondation en aval.

En accord avec le diagnostic et les objectifs définis ci-dessus, cinq orientations stratégiques ont été identifiées:

1. un examen détaillé de la situation actuelle et des potentialités, comprenant la définition spatiale d'unités d'intervention uniformes;
2. la sélection de divers ensembles d'espèces ligneuses autochtones convenant à chaque unité, de façon à maximiser leur capacité à protéger le sol et à se rétablir en cas de perturbation;
3. l'utilisation de plants de haute qualité adaptés à des conditions environnementales rudes;
4. l'application de techniques de plantation optimales, adaptées à chaque unité, et comprenant notamment des trous de plantation profonds, des micro-bassins versants pour concentrer le ruissellement, des amendements organiques, des paillages en matériau organique et en pierre, et des abris pour les arbres;
5. la mise en œuvre d'un plan de suivi et évaluation efficace.

Le projet a été une réussite, dans la mesure où il a permis d'établir des essences ligneuses clés dans la zone considérée, répondant en cela aux objectifs d'origine, et qu'il a favorisé la diffusion de bonnes pratiques de restauration. Des visites guidées ont été effectuées à l'attention de plus de 500 personnes, comprenant entre autres des praticiens, des étudiants doctorants, des chercheurs et des conférenciers venus de zones arides du monde entier. La conceptions du projet et ses résultats ont

fait l'objet de nombreuses communications, conférences et ateliers. En outre, la zone a été utilisée pour de nouveaux projets de recherche (par exemple, FUNDIVFOR [Interacciones entre funcionalidad y diversidad en ecosistemas semiáridos degradados y su relación con las actividades de reforestación] et PRACTICE [Prevention and Restoration Actions to Combat Desertification. An Integrated Assessment]).

CONCLUSIONS ET LEÇONS APPRISES

On s'attend à ce que la démarche de restauration des paysages forestiers continue à être fondamentale pour la remise en état des écosystèmes dégradés et la fourniture de services cruciaux pour l'Europe du Sud. En raison de la dynamique généralement lente des écosystèmes, et du niveau des interventions humaines sur ceux-ci, la restauration active devrait être l'approche privilégiée.

Le faible intérêt commercial que présente la RPF en Europe du Sud fait qu'il est nécessaire d'identifier des mécanismes de financement innovants, en prenant appui sur la préoccupation sociale quant à l'importance de prévenir la dégradation des terres.

Dans le cadre des défis présents et à venir, en particulier le changement climatique et la sévérité accrue des sécheresses et incendies qui lui est associée, les tests de



Restauration d'arbustes, collecte des eaux et plantation de plants multiples dans des conditions semi-arides, Albaterra, Alicante, Espagne



Restauration d'un paysage forestier sur une terre agricole, Pontos, Gérone, Espagne

terrain expérimentaux en cours dans le sud de l'Europe serviront d'infrastructure de base pour piloter le transfert de techniques des zones plus arides vers les zones plus humides, à l'intérieur comme à l'extérieur de la région.

Étant donné les conditions environnementales futures incertaines et la longévité des projets de RPF, une approche de gestion conservatrice et adaptative est recommandée. Pour assurer le succès de la RPF en Europe du Sud, les techniques adoptées devraient être:

- rentables tout au long du cycle de vie: production, transport, installation/exécution/application, évacuation; et devraient requérir un investissement minimal en main d'œuvre;
- résilientes: efficaces à court et moyen terme et applicables à toute une gamme de conditions; autonomes et en synergie avec les processus naturels ainsi qu'avec d'autres techniques de restauration;
- sensibles à l'environnement: respectueuses de l'environnement tout au long du cycle de vie.

La recherche et le transfert de connaissances constituent des étapes essentielles dans le développement et l'application de

pratiques optimales, de même que pour sensibiliser la société à l'importance de la RPF.

Remerciements

La recherche ayant conduit aux résultats du Projet Sustaffor a reçu un financement du septième programme-cadre de l'Union européenne, géré par l'Agence exécutive pour la recherche (<http://ec.europa.eu/research/rea>) (FP7/2007-2013) sur la base de l'accord de concession n° 606554.

Les recherches de J. Cortina sont financées par le Projet UNCROACH (Ministère espagnol des sciences et de l'innovation) – CGL2011-30581-C02-01. ♦



Références

Abraham, E.M., Evelpidou, N. et Kyriazopoulos, A. 2014. *The present state of restoration in Greece*. Desert Restoration Hub, ES1104 Action COST, 5th MC Meeting. Timisoara, Roumanie.

Cevik, B., Cetin, M. et Kusek, G. 1999. *Eastern Anatolia Watershed Rehabilitation Project*. Article présenté à la 9^e Conférence internationale sur les systèmes de captage des eaux de pluie. Petrolina, Brésil.

Chirino, E., Vilagrosa, A., Cortina, J., Valdecantos, A., Fuentes, D., Trubat, R., Luis, V.C., Puértolas, J., Bautista, S., Baeza, M.J., Peñuelas, J.L. et Vallejo, R. 2009. Ecological restoration in degraded drylands: the need to improve the seedling quality and site conditions in the field. In S.P. Grossberg, éd. *Forest Management*, pp. 85-158. Hauppauge, États-Unis d'Amérique, Nova Science Publishers, Inc.

Coello, J., Piqué, M. et Vericat, P. 2009. *Producció de fusta de qualitat: plantacions de noguera i cirerer: aproximació a les condicions catalanes – guia pràctica*. Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient i Habitatge, Centre de la Propietat Forestal.

Daliakopoulos, I.N. et Tsanis, I.K. 2013. *Historical evolution of dryland ecosystems*. CASCADE Project Deliverable 2.1. Cascade Reports series. Crète, Grèce, Université technique de Grèce.

FAO. 2010. *Évaluation de ressources forestières mondiales 2010 – Rapport principal*. Étude FAO: Forêts n° 163. Rome.

FAO. 2013. *État des forêts méditerranéennes 2013*. Rome.

- Forest Europe, CENUE et FAO.** 2011. *State of Europe's forests 2011. Status and trends in sustainable forest management in Europe.* Aas, Norvège, Forest Europe, CENUE et FAO.
- GFN (Global Footprint Network – Réseau mondial de l'empreinte écologique).** 2012. *Mediterranean Ecological Footprint trends.* Chatelaine, Suisse, GFN (disponible sur http://www.footprintnetwork.org/images/article_uploads/Mediterranean_report_FINAL.pdf).
- GIEC.** 2007a. *The physical science basis. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Climate Change 2007 volume 1. Cambridge, Royaume-Uni et New York, États-Unis d'Amérique, Cambridge University Press.
- GIEC.** 2007b. *Changements climatiques 2007. Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.* Genève, Suisse, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.
- Grove, A.T. et Rackham, O.** 2003. *The nature of Mediterranean Europe. An ecological history.* New Haven, États-Unis d'Amérique, Yale University Press.
- Gunal, H.** 2014. *Land degradation/desertification and examples of studies on combating land degradation/desertification in Turkey.* Desert Restoration Hub, ES1104 Action COST, 5th MC Meeting. Timisoara, Roumanie.
- MAGRAMA.** 2015. *Projet LUCDEME* (disponible sur http://www.magrama.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/desertificacion-restauracion-forestal/lucha-contra-la-desertificacion/lch_lucdeme.aspx). Accès mars 2015.
- Mansourian, S., Lamb, D. et Gilmour, D.** 2005. *Overview of technical approaches to restoring tree cover at the site level.* In S. Mansourian, D. Vallauri et N. Dudley, éd. *Forest restoration in landscapes: beyond planting trees.* New York, États-Unis d'Amérique, Springer (en collaboration avec WWF International).
- Merlo, M. et Croitoru, L.** 2005. *Valuing Mediterranean forests. Towards a total economic value.* Wallingford, Royaume-Uni, CABI International.
- Oliet, J. et Jacobs, D.F.** 2012. Restoring forests: advances in techniques and theory. *New Forests*, 43(5): 535-541.
- Palahí, M., Mavsar, R., Gracia, C. et Birot, Y.** 2008. Mediterranean forests under focus. *International Forestry Review*, 10(4): 676-688.
- Pausas, J.G., Blade, C., Valdecantos, A., Seva, J.P., Fuentes, D., Alloza, J.A., Vilagrosa, A., Bautista, S., Cortina, J. et Vallejo, R.** 2004. Pines and oaks in the restoration of Mediterranean landscapes of Spain: New perspectives for an old practice – a review. *Plant Ecology*, 171(1): 209-220.
- Piñeiro, J., Maestre, F.T., Bartolomé, L. et Valdecantos, A.** 2013. Ecotechnology as a tool for restoring degraded drylands: A meta-analysis of field experiments. *Ecological Engineering*, 61: 133-144.
- Regato, P.** 2008. *Adapting to global change: Mediterranean Forests.* Malaga, Espagne, Centre de coopération pour la Méditerranée de l'UICN.
- Rivas-Martínez, S., Peñas, A. et Díaz, T.E.** 2004. *Bioclimatic map of Europe – Thermoclimatic belts* (disponible sur http://www.globalbioclimatics.org/form/tb_med.jpg). Accès 27 mars 2015.
- Schelhaas, M., Nabuurs, G. et Schuck, A.** 2003. Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries. *Global Change Biology*, 9(11): 1620-1633.
- Schmuck, G., San-Miguel-Ayanz, J., Camia, A., Durrant, T., Boca, R., Libertà, G., Petroliaqkis, T., Di Leo, M., Rodrigues, D., Boccacci, F. et Schulte, E.** 2014. *Forest fires in Europe, Middle East and North Africa 2013.* Luxembourg, Centre commun de recherche de la Commission européenne.
- Soutsas, K.P., Papageorfiou, A.C., Tampakis, S., Arabatzis, G. et Kasimiadis, D.** 2004. The concept of Forest Landscape Restoration in the Mediterranean Basin. *New Medit*, 3(4): 57-62.
- Stanturf, J.A., Palik, B.J. et Dumroese, R.K.** 2014. Contemporary forest restoration: A review emphasizing function. *Forest Ecology and Management*, 331: 292-323.
- Union européenne.** 2014. *Eurostat regional yearbook 2014.* Annuaire régional d'Eurostat 2014. Luxembourg, Office des publications de l'Union européenne (disponible sur <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/5785629/KS-HA-14-001-EN.PDF/e3ae3b5c-b104-47e9-ab80-36447537ea64>).
- Vallejo, R., Allen, E.B., Aronson, J., Pausas, J.G., Cortina, J. et Gutiérrez, J.R.** 2012a. Restoration of Mediterranean woodlands and shrublands. In J. van Andel et J. Aronson, éd. *Restoration ecology: the new frontier*, pp. 193-207. Oxford, Wiley-Blackwell.
- Vallejo, R., Smanis, A., Chirino, E., Fuentes, D., Valdecantos, A. et Vilagrosa, A.** 2012b. Perspectives in dryland restoration: approaches for climate change adaptation. *New Forests* 43(5): 561-579.
- Van Lerberghe, P.** 2014. *Technical guide: protecting trees against browsing damage – Mesh-walled tree shelters.* Paris, CNPF-IDF.
- Vayreda, J., Martínez-Vilalta, J., Gracia, M. et Retana, J.** 2012. Recent climate changes interact with stand structure and management to determine changes in tree carbon stocks in Spanish forests. *Global Change Biology*, 18(3): 1028-1041.
- Vilagrosa, A., Chirino, E., Bautista, S., Urgeghe, A., Alloza, J.A. et Vallejo, V.R.** 2008. Proyecto de demostración de lucha contra la desertificación: regeneración y plan de manejo de zonas semiáridas degradadas en el T.M. de Albaterra (Alicante). *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 28: 317-322.
- Willoughby, I., Balandier, P., Bentsen, N.S., McCarthy, N., et Claridge, J., éd.** 2009. *Forest vegetation management in Europe: current practice and future requirements.* Bruxelles, COST Office.
- WWF et UICN.** 2000. *Forests reborn: A workshop on forest restoration.* WWF et UICN (disponible sur https://cmsdata.iucn.org/downloads/flr_segovia.pdf). ◆

Le bambou: une opportunité pour la restauration des paysages forestiers

C. Rebelo et K. Buckingham



© ECOPLANET BAMBOO

Nouveau regard sur les possibilités offertes par le bambou pour relever les défis de la restauration des terres et accroître la résilience face au changement climatique.

Dans les milieux forestiers, on n'accorde pas toujours au bambou le crédit qu'il mérite. Pourtant, si on lui octroyait l'attention, les normes et les investissements requis, le bambou pourrait jouer un rôle majeur dans la restauration des paysages forestiers et se révéler une culture essentielle, renouvelable et durable (Buckingham, 2014a). La perception que l'on a d'une ressource naturelle détermine souvent l'usage qu'on en fait. Dans le cas présent, l'image parfois négative du bambou doit être attribuée à des conceptions européennes en matière de paysage et de valeur ou d'utilité des plantes. En effet, l'avènement de l'agriculture et de la gestion forestière modernes au cours du XVIII^e et du XIX^e siècles a largement influencé l'approche européenne de la gestion des plantes. Les forêts ont été valorisées en tant que productrices de «bois», tandis que le reste de la végétation a été qualifié soit

de «cultures» (plantes de valeur), soit de «mauvaises herbes» (plantes indésirables) (Scott, 1998). À ce jour, coïncé quelque part entre la foresterie, l'horticulture et l'agriculture, le bambou défie toute tentative de classification nette, et les institutions forestières internationales tendent encore à le négliger, ne reconnaissant pas sa nature de ressource naturelle importante (Buckingham, 2014a). Récemment, le bambou a été associé au mouvement écologique «alternatif». Cantonnée dans des stéréotypes hippies, son image ne s'est pas bien traduite commercialement sur les marchés financiers. Toutefois, alors que l'investissement institutionnel dans la foresterie franchit la barre des 100 milliards de dollars des États-Unis

Camille Rebelo est Co-fondatrice de EcoPlanet Bamboo.
Kathleen Buckingham est Chercheuse associée à l'Institut des ressources mondiales.

En haut: Image aérienne de la ferme d'EcoPlanet Bamboo au Nicaragua peu après la plantation



En tant que source de fibres alternative, le bambou peut transformer l'industrie du bois maori, réduisant ainsi la pression sur les forêts naturelles restantes

(New Forests, 2015) et que la demande de nouveaux types de fibres s'accroît, la position du bambou est sur le point de changer.

Pour relever les défis du XXI^e siècle, nous devons reconsidérer les plantes que nous utilisons et la manière dont nous les utilisons. Alors que la planète s'apprête à accueillir 9,6 milliards de personnes d'ici 2050 (Nations Unies, 2013), nous devons affronter de nouveaux enjeux, qui touchent la gestion des ressources naturelles, la résilience face au changement climatique, la nécessité de visions novatrices du paysage, la valeur et l'utilité des plantes, et le manque potentiel de ressources. La croissance démographique et l'augmentation de la classe moyenne mondiale se sont traduites par une hausse de la demande de produits à base de bois et de fibres, contribuant ainsi à la multitude des facteurs du déboisement et créant une pression supplémentaire sur les forêts de la planète. Les plantations permettent à l'heure actuelle de satisfaire un peu moins de 50 pour cent de la demande mondiale de bois rond mais une part bien moindre de celle d'autres produits ligneux, et les forêts, aussi bien tempérées que tropicales, continuent à être coupées (WWF, 2015). Le bambou étant l'une des plantes à la

croissance la plus rapide du monde, avec, d'après les estimations, de 1 200 (Jiang, 2007) à presque 1 500 espèces réparties à travers le globe (Zhou *et al.*, 2005), sa durabilité en fait un moyen essentiel pour faire face à l'insuffisance actuelle de ressources naturelles. Le bambou parvient à maturité en l'espace de sept ans et, s'il est correctement géré, il peut ensuite être récolté chaque année. En outre, il pousse sur des terres marginales n'entrant pas, dans ce cadre de production, en concurrence avec les cultures alimentaires, et il requiert moins d'eau et d'engrais que les sources de fibres traditionnelles (EcoPlanet Bamboo, 2015b).

Les engagements mondiaux pris dans le cadre du Défi de Bonn et de la Déclaration de New York sur les forêts, de même que les engagements régionaux tels que l'Initiative 20x20 en Amérique latine, appellent à restaurer globalement 350 millions d'hectares de terres dégradées et déboisées d'ici 2020 (Messinger et DeWitt 2015). L'investissement dans le secteur du bois et les plantations forestières traditionnelles, qu'il s'agisse d'espèces natives ou exotiques, exige la mise à disposition patiente et à long terme d'un capital non liquide. Ajouter des terres dégradées dans l'équation ne fait qu'accroître les délais en termes

de productivité et de rentabilité financière. En revanche, avec ses taux de croissance rapide et son aptitude unique à offrir des rendements élevés et continus sans qu'il soit nécessaire d'effectuer de nouvelles plantations, le bambou est en mesure de surmonter ces obstacles en matière d'investissement et d'attirer de nouvelles sources de capital, tout en répondant aux objectifs de restauration dans des délais tangibles et d'une manière économiquement viable. Les plantations commerciales de bambou peuvent ainsi contribuer à atteindre ces objectifs internationaux de restauration en utilisant des terres dégradées et déboisées pour rétablir des fonctions environnementales cruciales, tout en produisant une source durable de fibres, laquelle peut servir à son tour d'alternative au bois traditionnel et de ressource pour stimuler les économies nationales et locales et réduire les importations étrangères.

Le bambou pourrait jouer un rôle important dans le domaine en pleine expansion de la restauration des paysages forestiers. Cette dernière vise à reconnaître un ensemble d'options paysagères impliquant la foresterie et l'agriculture (Laestadius *et al.*, 2011). Elle a été conçue comme un cadre susceptible de s'appliquer à une vaste gamme d'utilisations des terres, avec un

accent particulier sur la remise en état des services environnementaux en vue de satisfaire les besoins sociaux. Il ne s'agit pas, explicitement, d'un appel à revenir à une vision et à des modèles passés de l'utilisation des terres (Laestadius *et al.*, 2015). À ce jour, environ 47 pour cent de la superficie forestière mondiale a été défrichée ou dégradée pour laisser la place aux cultures, aux pâturages, aux villes et aux routes. Pour parvenir à une restauration à grande échelle, il est nécessaire de reconsidérer les frontières artificielles entre la foresterie et l'agriculture et d'envisager les territoires comme des «mosaïques» – à savoir des surfaces aptes à assurer diverses fonctions. Au niveau mondial, 1,5 milliard d'hectares sont particulièrement adaptés à une restauration par mosaïques, où les forêts, les arbres et le bambou pourraient être associés à d'autres utilisations des terres, notamment l'agroforesterie, la petite agriculture et les installations humaines. En plantant du bambou au sein de territoires plus vastes, il est possible de ramener des terres dégradées à une utilisation productive, allégeant ainsi la pression exercée sur les forêts par d'autres utilisations aux

fins du développement, et fournissant des revenus sûrs aux communautés, ce qui peut réduire à son tour les pressions à plus petite échelle qui entretiennent la dégradation (Laestadius *et al.*, 2011).

AVANTAGES DU BAMBOU DANS LA RESTAURATION FORESTIÈRE

Leurs caractéristiques en termes de vitesse de croissance, fixation du sol et lutte contre l'érosion, capacité d'adaptation, conservation des nutriments et de l'eau contenus dans le terrain, et apport d'une couverture végétale continue et permanente, rendent certaines espèces de bambou – soigneusement sélectionnées – particulièrement aptes à s'inscrire dans la succession des espèces utilisée pour restaurer les terres dégradées. En un mot, le bambou offre des avantages écologiques essentiels en matière de sol, d'eau, de séquestration du carbone et de moyens d'existence.

Tout d'abord, le sol – le bambou peut pousser sur des terres dégradées et marginales, là où de nombreuses espèces indigènes ont du mal à s'établir, en particulier dans les zones tropicales. Dans le cas de sols compacts, son système racinaire vaste et

interconnecté est en mesure de morceler les particules du sol, accroissant ainsi la perméabilité de celui-ci, le rendant moins compact, et permettant au fil du temps à d'autres espèces moins compétitives de s'établir. De la même manière, le bambou peut contribuer à maîtriser l'érosion du sol peu après la plantation. Il pousse et s'établit de lui-même sans encombre sur les terrains en pente, les flancs de collines et les berges. Son système racinaire, ou rhizomes, forme un réseau souterrain – la rhizosphère – qui aide à fixer le sol, tandis que son couvert végétal dense réduit l'impact des éléments sur les sols exposés. La plupart des rhizomes du bambou se trouvent dans la couche supérieure du sol (0-30 cm), rendant celui-ci très efficace pour le contrôle de l'érosion et la stabilisation des écosystèmes (Mishra *et al.*, 2014). Selon des recherches menées en Chine, la capacité des forêts de bambou Moso (*Phyllostachys heterocycla pubescens*) de stabiliser le sol (contrôle de la perte de sol par unité de surface et unité de temps) est une fois et demie supérieure à celle des forêts de pin chinois (*Pinus massoniana*) (Zheng et Hong, 1998). En outre, le bambou peut prospérer sur des



Les opérations d'EcoPlanet offrent des emplois permanents et à long terme aux personnes qualifiées et non qualifiées, 2015

© ECOPLANET BAMBOO

sols appauvris de leurs nutriments et son introduction peut en accroître la fertilité. En raison de sa croissance rapide et de son feuillage dense, il est capable de créer en peu de temps une épaisse couche de litière et de la conserver. Cette couche de litière entretient un microclimat dans le sous-étage et maintient l'humidité du sol – parmi les facteurs majeurs de la restauration des terres dégradées (Zhou *et al.*, 2005).

Dans le cas de bouquets de bambous, le système racinaire ne s'étend pas au-delà du centre de la plante; il forme un réseau enchevêtré capable de morceler des sols compacts et de rétablir leur perméabilité et leur aération. Il ralentit également le débit de l'eau s'écoulant entre les couches de terrain. Chaque bouquet produit chaque année de nombreuses tiges ou cannes. Celles-ci brisent le sol et créent une structure à multiples dimensions, fournissant un habitat à une vaste gamme d'insectes, d'oiseaux et de mammifères. Contrairement aux plantations d'arbres traditionnelles, où l'on coupe le plus souvent à blanc de vastes superficies lors de la récolte, dans une plantation de bambou, il est possible de prélever individuellement des tiges d'une même plante chaque année, une approche qui stimule la croissance et garantit une couverture végétale continue. Comme ces cannes meurent naturellement, leur prélèvement a peu d'effet sur la composition de la forêt, garantissant une perturbation minimale des territoires forestiers (EcoPlanet Bamboo, 2014a).

En deuxième lieu, l'eau – le bambou est caractérisé par des feuilles persistantes, une couverture dense et de nombreuses tiges, ce qui le rend particulièrement apte à intercepter les précipitations et retenir l'humidité. Ainsi, d'après les résultats de Zheng et Hong (1998), le quotient d'interception des précipitations (le couvert végétal interceptant les pluies) des forêts de bambou Moso est 1,3 fois plus élevé que celui des forêts de sapins de Chine (*Cunninghamia lanceolata*). En Chine, plus de 90 pour cent des forêts de bambou se trouvent autour des fleuves et lacs les plus importants et le long des berges, où elles jouent un rôle essentiel en régulant le débit de l'eau au sein des écosystèmes, en protégeant les sources d'eau, et en réduisant les effets de l'érosion provoquée par les précipitations sur les sols nus (Zhou *et al.*, 2005). Dans d'autres régions, la restauration des terres

dégradées grâce aux forêts de bambou s'est révélée en mesure de régénérer les nappes phréatiques, assurer des modèles de précipitations plus réguliers et accroître la présence de ruisseaux, rivières et autres étendues d'eau.

En troisième lieu, le piégeage du carbone – avec leur taux de croissance rapide et leur importante repousse annuelle après la récolte, les forêts de bambou ont un fort potentiel de stockage du carbone (Lou *et al.*, 2010). Du fait de la croissance rapide de cette plante, la fixation de carbone annuelle d'une forêt de bambou Moso équivaut à 1,3 fois celle d'une forêt tropicale de montagne (Zhou et Jiang, 2004) et à 1,4 fois celle d'une forêt de sapin de Chine (*Cunninghamia lanceolata*) (Zhao *et al.*, 2009). Contrairement aux plantations de bois d'œuvre en exploitation, la moyenne à long terme de séquestration du carbone par le bambou ne constitue pas une courbe en forme de cloche mais ressemble davantage à une ligne statique. Cela est dû au fait que, même si une part de la biomasse du bambou est récoltée et retirée chaque année, celle-ci est rapidement remplacée au cours de la même saison de croissance. La moyenne à long terme du piégeage et du stockage du carbone d'un projet de développement du bambou est statique, indépendamment de l'utilisation finale du produit. Ce taux élevé de séquestration annuelle du carbone indique que les forêts de bambou sont l'un des types de végétation forestière les plus efficaces en termes de fixation du carbone (Zhou *et al.*, 2005).

Enfin, une forêt ou plantation de bambou gérée de manière intense exige une main d'œuvre considérable. À la différence des exploitations forestières ou des forêts sous gestion, où les emplois sont sporadiques, eu égard aux périodes intermédiaires de croissance des arbres entre deux récoltes, ici les emplois sont permanents et à long terme.

ÉTUDE DE CAS SUR L'UTILISATION DU BAMBOU DANS LA RESTAURATION DES TERRES

Les avantages dérivant du bambou dépassent de loin le domaine de l'écologie de restauration (EcoPlanet Bamboo, 2014a). Si les études de cas portant sur l'utilisation du bambou dans la remise en état des terres restent relativement circonscrites, certaines se sont montrées

prometteuses. En Inde, le Réseau international sur le bambou et le rotin (INBAR) a achevé un projet de restauration centré sur le bambou – vainqueur d'un prix –, qui a transformé une zone minière dégradée en une terre verdoyante productive (INBAR, 2003). Cependant, le secteur du bambou s'est généralement appuyé sur une myriade de petites exploitations, incapables de garantir la fourniture et la qualité de produit requises par les grandes entreprises œuvrant à l'échelle globale, en particulier celles qui travaillent dans l'industrie du bois d'œuvre et qui envisagent de s'orienter vers de nouvelles fibres. EcoPlanet Bamboo s'efforce ainsi d'industrialiser le secteur du bambou, en développant des plantations en Amérique centrale, Afrique australe, Afrique de l'Ouest et Asie du Sud-Est, et en recourant à des espèces de bambou non envahissantes (EcoPlanet Bamboo, 2015c). À l'heure actuelle, EcoPlanet s'attache à remplacer le bois et les fibres issus des forêts naturelles dans divers secteurs industriels, principalement le textile (rayonne et viscose), les pâtes et le papier (surtout le papier hygiénique et les mouchoirs en papier) et la bioénergie, mais vise à étendre au bout du compte cette substitution, au sein même du secteur textile, au coton. Le coton est en effet à l'origine d'un déboisement sévère et étendu, et sa croissance requiert des quantités d'eau et de produits chimiques par hectare bien plus élevées que pour le bambou. Dans des conditions de croissance correctes, le bambou représente une solution résolument plus durable (EcoPlanet Bamboo, 2015b).

Contrairement aux aides de donateurs ou au paiement des services environnementaux (PSE), les opérations d'EcoPlanet offrent un exemple issu du secteur privé, montrant un moyen économiquement viable de restaurer les terres à l'échelle du territoire. EcoPlanet travaille à la remise en état d'un ensemble initial global de 40 000 hectares tout en fournissant une source de fibres certifiée et sûre, destinée à des produits et des marchés qui contribuent encore au déboisement mondial. Si les PSE peuvent fournir un financement de départ, les projets axés sur le bambou sont en mesure de s'entretenir d'eux-mêmes dès que celui-ci est parvenu à maturité, c'est-à-dire en général au bout de cinq à sept ans. Alors qu'à travers le monde les

La récolte manuelle sélective des tiges permet d'assurer que la restauration de l'écosystème aura des avantages permanents, 2015



© ECOPLANET BAMBOO

gouvernements s'efforcent de répondre aux engagements pris en matière de conservation et que les entreprises cherchent à identifier des sources durables de bois, le bambou devrait être considéré comme une ressource permettant d'atteindre en même temps ces deux objectifs (EcoPlanet Bamboo, 2014b).

Au Nicaragua, EcoPlanet a commencé ses opérations en 2011. Située dans l'État semi-autonome de l'Atlantique Sud de la côte caraïbe du pays, la région a subi une déforestation sévère dans les années 70 et 80. Exposée à d'intenses précipitations, la mince strate superficielle du sol s'est rapidement érodée et la productivité des sols a vite chuté. Les activités agricoles se sont interrompues, puis est venu le tour d'un élevage bovin à faible intensité, ce qui s'est traduit par un compactage des sols important. Le projet utilise *Guadua aculeata*, une espèce autochtone de bambou géant poussant naturellement dans la forêt, en vue de restaurer 5 000 hectares de terres fortement dégradées et de les transformer en plantations commerciales; celles-ci offriront ainsi plus de 250 emplois permanents et permettront de conserver plus de 600 hectares de parcelles de forêt tropicale restantes, ce qui aura pour conséquence de favoriser la connectivité de l'habitat et d'accroître la capacité du territoire d'assurer des fonctions environnementales essentielles. L'espèce indigène *Guadua aculeata* est l'une des rares plantes capables de résister à ces conditions et est

plus à même de tolérer les précipitations régionales extrêmes et le sol compact que les espèces arboricoles natives (EcoPlanet Bamboo 2014a).

En Afrique australe, la ferme d'EcoPlanet se trouve dans la ceinture agricole du Cap oriental, en Afrique du Sud. Dans cette zone, les exploitations ont été soumises à une agriculture intensive chimique pour la production d'ananas pendant plus d'un siècle, ce qui s'est traduit par un grave appauvrissement des sols. Avec le déclin de l'industrie de l'ananas d'Afrique du Sud, nombre de ces exploitations agricoles sont devenues improductives. La plantation actuelle s'appuie sur une espèce de *Bambusa balcooa* naturalisée, produite à partir de plantules issues de culture cellulaire. Le cas sud-africain est le premier exemple au monde de remise en état des terres à grande échelle où l'on a recours à des plantules issues de culture cellulaire pour pallier le manque de matériel de plantation du bambou. L'absence de projets de restauration utilisant des plantules issues de culture cellulaire a été l'une des entraves majeures à l'industrialisation du bambou hors de Chine. Le projet a permis de remettre en état 485 hectares de terres fortement dégradées, de préserver plus de 140 hectares de trajets de passage de la faune et de végétation autochtone, et de créer quelque 100 emplois dans une région ayant fortement souffert du chômage depuis l'effondrement de l'industrie de l'ananas sud-africaine.

En Afrique de l'Ouest, EcoPlanet a entrepris un partenariat public-privé avec la Commission des forêts du Ghana, qui vise à restaurer 15 000 hectares de terres hautement dégradées situées au sein du système national de réserves forestières. Contrairement à ce que laisserait penser leur dénomination, il ne s'agit pas de forêts naturelles protégées, mais de zones déclarées d'une importance cruciale pour maintenir les avantages des écosystèmes du pays et protéger les microclimats nécessaires à l'industrie du cacao. Le manque de financements disponibles associé à la forte pression dérivant de la production illégale de charbon de bois ont fait de ces réserves des terrains dégradés contenant des restes épars de parcelles forestières. Le projet initial d'EcoPlanet consiste à restaurer 3 500 hectares dans la Région d'Ashanti, et contribue à éviter un déboisement ultérieur en offrant des emplois sûrs et attractifs aux communautés environnantes qui souffrent d'une extrême pauvreté. La restauration de 11 500 hectares supplémentaires dans la Région du nord du Ghana, une zone ayant été fortement marginalisée et ayant subi des défrichements sévères, est également prévue, les travaux devant commencer en 2016. Ces projets visent à la production de papier hygiénique pour les marchés de l'Europe et des États-Unis d'Amérique, pour remplacer les fibres boréales. De nombreuses firmes majeures se sont déjà engagées publiquement à s'orienter vers

Du bambou autochtone âgé de 2 ans relie entre eux des restes de parcelles forestières tout en assurant un avenir économique au territoire, 2013



© ECOPLANET BAMBOO

une telle fibre alternative, de façon à tenter de réduire leur empreinte écologique liée à la déforestation.

En Asie, la marque du déboisement est significative. Avec des pays comme les Philippines et l'Indonésie, composés de milliers de petites îles et caractérisés par des économies en rapide croissance, le besoin de stabiliser le défrichement des terres tout en fournissant des fibres aux usines de pâte à papier et en garantissant une sécurité énergétique est devenu une priorité pour les gouvernements. Dans le contexte d'une nation insulaire, assurer la sécurité énergétique suppose que la source d'énergie soit distribuée, locale et disponible à la demande. La bioénergie répond à toutes ces conditions et le bambou peut constituer à cet égard une matière première durable, nécessitant une superficie de terrain minimale pour pouvoir approvisionner les installations. L'expansion d'EcoPlanet en Asie du Sud-Est se propose de restaurer des territoires fortement dégradés en vue de fournir une source de biomasse issue du bambou, spécifiquement destinée à la production combinée d'une énergie renouvelable et d'une pâte plus propre pour l'industrie du textile (EcoPlanet Bamboo, 2014a, 2014b, 2015b). La technologie de biogazéification de General Electric a été développée dans l'optique d'une distribution de l'électricité, permettant à de petites

îles telles que celles que l'on trouve dans les Philippines et en Indonésie, d'associer de petits projets d'établissement du bambou à la génération d'électricité *in situ* (General Electric, 2014).

DÉFIS ET OPPORTUNITÉS

La vision selon laquelle le bambou doit être considéré comme une plante importante dans la restauration des paysages jouit d'un soutien international croissant. L'INBAR a chargé 40 nations de rétablir 5 millions d'hectares de terres dégradées ou produisant du bambou de mauvaise qualité, pour les transformer en forêts de bambou productives et en bonne santé. Ainsi, l'Administration forestière de l'État chinoise s'est engagée à planter 1 million d'hectares et à en restaurer 3 millions, les Philippines vont reboiser au moins 500 000 hectares, et, en Inde, 100 000 hectares de terres dégradées bénéficieront de programmes de restauration axés sur le bambou d'ici 2020. Le Gouvernement éthiopien projette de remettre en état presque 500 000 hectares de terrains dégradés (Buckingham, 2014b).

Alors que le bambou tend à être vu comme une mauvaise herbe ou considéré essentiellement comme une espèce envahissante (bien qu'il existe des espèces de bambou natives presque sur chaque continent et que seule une petite part de

l'ensemble du genre a les caractéristiques des plantes envahissantes), cette perception doit être remise en cause et une nouvelle vision doit parvenir jusqu'aux grandes institutions forestières, pour que le bambou soit intégré dans les définitions nationales des forêts et s'inscrive dans les inventaires nationaux des gaz à effet de serre (Buckingham, 2014b). Ainsi, en Afrique du Sud, comme ailleurs, le bambou ne fait pas partie de la matrice forestière naturelle du pays et n'est pas reconnu comme espèce forestière. Cela pose un certain nombre de défis sur le plan politique. Il n'apparaît pas clairement si les plantations de bambou doivent être placées sous la juridiction du Ministère des forêts, du Ministère de l'agriculture ou d'une autre instance. En effet, si l'écologie et les modèles de croissance du bambou sont ceux d'une herbe, un bosquet de bambous géants, avec plus de 30 mètres de haut et des diamètres comparables à ceux des arbres, détient certaines des caractéristiques d'une forêt. En outre, le bambou fournit une fibre semblable au bois (EcoPlanet Bamboo, 2014c). Pour pouvoir véritablement intégrer le bambou, les politiques et les marchés mondiaux doivent changer.

Historiquement, les crises dans la gestion des ressources naturelles ont conduit à l'innovation. Dans l'Europe des XVI^e et XVII^e siècles, alors que le bois d'œuvre

constituait la ressource énergétique essentielle, la crise de ce dernier a conduit à développer le charbon et à en faire un combustible, ce qui à son tour a posé les bases technologiques de la révolution industrielle. On soutient que la révolution industrielle s'est produite au Royaume-Uni 50 à 100 ans plus tôt que dans les autres pays en raison d'une réponse innovante face à la rareté des ressources (Hobhouse, 2004). Le bambou peut par conséquent s'inscrire dans un nouveau paradigme des ressources, à une époque marquée par la nécessité de trouver des réponses novatrices pour lutter contre l'insuffisance de ces dernières (Buckingham, Wu et Lou, 2013). Planter du bambou se révèle particulièrement important dans des endroits où un retour aux aires forestières, pures ou mixtes, n'est pas réaliste. Dans une approche du territoire considéré comme une «mosaïque», le bambou est planté dans des zones associant les forêts et les arbres à d'autres utilisations des terres. Cela ne revient pas à suggérer que le bambou devrait être utilisé pour restaurer tous les territoires. Bien évidemment, le bambou ne peut pas être une panacée; il y a de nombreux défis à relever, en termes de gestion, propagation et technologie, sans compter que, pour procurer tous ces avantages en matière de remise en état des terres, il doit croître et être récolté dans une perspective de durabilité.

Les expériences d'EcoPlanet montrent comment le bambou est en mesure d'affronter à la fois les enjeux de gestion des ressources naturelles et l'exigence de faciliter la restauration des terres dégradées. Les études de cas présentées offrent des exemples de restauration à l'échelle du territoire, répondant aux divers objectifs économiques, environnementaux et sociaux. Elles montrent aux personnes et aux organismes d'investissement que garantir des retombées à long terme attractives tout en rétablissant – plutôt qu'en extrayant – les ressources naturelles, est non seulement possible mais préférable. Les efforts de restauration se concentrent souvent sur la plantation d'espèces autochtones, mais ne fournissent pas les fonds nécessaires aux actions de long terme requises pour que les écosystèmes puissent se régénérer d'eux-mêmes. Les plantations d'arbres demandent aussi un capital à long terme. Le modèle d'EcoPlanet est parvenu à surmonter avec succès ces exigences de capital, en réduisant le délai du retour sur investissement et en apportant des retombées compétitives. Les projets ont également une assurance sécurisée contre les risques politiques, qui a été déterminante pour surmonter de nombreux obstacles aux investissements, dans des régions marquées par un risque perçu élevé du point de vue du capital. L'accès à cette assurance encourage de nouveaux

investisseurs institutionnels, permettant ainsi aux projets de se renforcer et aux efforts d'être maximisés.

Si l'on ne traite pas les facteurs sous-jacents du déboisement et du changement d'utilisation des terres, il est peu probable que les interventions de restauration puissent réussir. Pour que les principales industries s'orientent vers le bambou en tant que source de fibres alternative, l'approvisionnement doit être sûr. Comme toute autre culture, le bambou exige des apports et une gestion considérables pour donner lieu à une production commerciale. Le niveau de ces intrants a une incidence sur la productivité et la qualité des fibres. Il est peu probable qu'un modèle fondé sur les petites exploitations soit en mesure de fournir suffisamment de ressources de haute qualité pour une industrie à grande échelle, et des niveaux inférieurs de transformation (comme l'artisanat) ne peuvent pas soutenir les coûts associés à la production. Pour que les efforts de restauration des terres atteignent le niveau requis pour obtenir un impact significatif, il est nécessaire que l'approche change, et passe des ONG au secteur privé (EcoPlanet Bamboo, 2014a). L'engagement du secteur privé dans les ressources alternatives ouvrira la voie à des démarches plus durables de gestion des ressources naturelles. L'histoire nous montre que la valeur des ressources naturelles change au



Bambous intégrés dans le paysage avant la fermeture complète du couvert végétal, 2014

cours du temps. Il est temps de remettre en question la renommée de «mauvaise herbe» attribuée au bambou et d'envisager comment il peut être utilisé dans le cadre de la résilience face au changement climatique et de la restauration des terres. Les mauvaises herbes d'aujourd'hui pourraient bien être les ressources prisées de demain. ♦



Références

- Buckingham, K., Jepson, P., Wu, L., Rao, I.V.R., Jiang, S., Liese, W., Lou, Y. et Fu, M.** 2011. The potential of bamboo is constrained by outmoded policy frames. *AMBIO*, 40(5): 544–548.
- Buckingham, K., Wu, L. et Lou, Y.** 2013. Can't see the (bamboo) forest for the trees: Examining bamboo's fit within international forestry institutions. *AMBIO*, 43(6): 770–778
- Buckingham, K.** 2014a. *Bamboo: The secret weapon in forest and landscape restoration?* Blog de l'Institut des ressources mondiales (disponible sur <http://www.wri.org/blog/2014/02/bamboo-secret-weapon-forest-and-landscape-restoration>).
- Buckingham, K.** 2014b. *Rebranding bamboo for Bonn – The 5 million hectare bamboo restoration pledge.* Blog de l'Institut des ressources mondiales (disponible sur <http://www.wri.org/blog/2014/12/rebranding-bamboo-bonn-5-million-hectare-restoration-pledge>).
- Crosby, A.W.** 2004. *Ecological imperialism: The biological expansion of Europe, 900–1900.* Studies in Environment and History. 2^e éd. Cambridge, Cambridge University Press.
- EcoPlanet Bamboo.** 2014a. 4.6 Commercial bamboo plantations as a tool for restoring landscapes. *ETFRN news 56: Towards productive landscapes.* Novembre 2014.
- EcoPlanet Bamboo.** 2014b. *Bamboo: a mechanism to reconnect forest fragments and restore ecosystems; landscapes for people, food and nature* (disponible sur <http://peoplefoodandnature.org/blog/bamboo-a-mechanism-to-reconnect-forest-fragments-and-restore-ecosystems/>).
- EcoPlanet Bamboo.** 2014c. *Land restoration with bamboo, Eastern Cape, South Africa.* 20 juin 2014. EcoPlanet Bamboo South Africa.
- EcoPlanet Bamboo.** 2015a. *EcoPlanet Bamboo.* Site Internet (disponible sur <http://www.ecoplanetbamboo.com/about-us>).
- EcoPlanet Bamboo.** 2015b. *Business green features EcoPlanet Bamboo.* 12 janvier 2015 (disponible sur <http://www.ecoplanetbamboo.com/news/business-green-features-ecoplanet-bamboo>).
- EcoPlanet Bamboo.** 2015c. *Restoring land and reducing deforestation* (disponible sur <http://www.ecoplanetbamboo.com/global-plantations>).
- General Electric.** 2014. *GE supports need for distributed power in Indonesia with announcement of key projects.* Communiqué de presse (disponible sur <http://www.genewsroom.com/Press-Releases/GE-Supports-Need-for-Distributed-Power-in-Indonesia-with-Announcement-of-Key-Projects-273673>).
- Hobhouse, H.** 2004. *Seeds of wealth: Four plants that made men rich.* Londres, Pan Publishing.
- INBAR.** 2003. *Greening red earth.* Beijing, Réseau international sur le bambou et le rotin (INBAR).
- Jiang, Z.H.** 2007. *Bamboo and rattan in the world.* Beijing, China Forest Publishing House.
- Laestadius, L., Maginnis, S., Minnemayer, S., Patapov, P., Saint-Laurent, C. et Sizer, N.** 2011. Carte des opportunités de restauration du paysage forestier. *Unasylva*, 238 (62).
- Laestadius, L., Reynter, K., Maginnis, S. et Saint-Laurent, C.** 2015. *Demystifying the world's forest landscape restoration opportunities.* Blog de l'Institut des ressources mondiales (disponible sur <http://www.wri.org/blog/2015/03/demystifying-worlds-forest-landscape-restoration-opportunities>). Accès 3 août 2015.
- Lou, Y.P., Li, Y.X., Buckingham, K.C., Henley, G. et Zhou, G.M.** 2010. *Bamboo and climate change mitigation.* Beijing, INBAR.
- Messinger, J. et DeWitt, S.** 2015. *Bonn Challenge on track to meet land restoration goal by 2020.* Blog de l'Institut des ressources mondiales (disponible sur <http://www.wri.org/blog/2015/03/bonn-challenge-track-meet-land-restoration-goal-2020-0>).
- Mishra, G., Giri, K., Panday, S., Kumar, R. et Bisht, N.S.** 2014. Bamboo: potential resource for eco-restoration of degraded lands. *Journal of Biology and Earth Sciences*, 4(2): 130–136.
- Nations Unies.** 2013. *World population projected to reach 9.6 billion by 2050.* Nations Unies (disponible sur <https://www.un.org/en/development/desa/news/population/un-report-world-population-projected-to-reach-9-6-billion-by-2050.html>).
- New Forests.** 2015. *Timberland investment outlook 2015–2019* (disponible sur <https://www.newforests.com.au/wp-content/uploads/2015/07/New-Forests-Timberland0-Investment-Outlook-2015-2019.pdf>).
- Scott, J.C.** 1998. *Seeing like a state.* New Haven, Yale University Press.
- Song, X., Zhou, G., Jiang, H., Yu, S., Fu, J., Li, W., Wang, W., Ma, Z. et Peng, C.** 2011. Carbon sequestration by Chinese bamboo forests and their ecological benefits: assessment of potential, problems, and future challenges. *Environmental Reviews*, 19: 418–428.
- WWF.** 2015. *Saving forests at risk.* In: *Living Forests Report*, Chapitre 5. WWF (disponible sur http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/living_forests_report_chapter_5_1.pdf).
- Zhao, M., Xiang, W., Peng, C. et Tian, D.** 2009. Simulating age-related changes in carbon storage and allocation in a Chinese fir plantation growing in southern China using the 3-PG model. *Forest Ecology and Management*, 257(6): 1520–1531.
- Zheng, Y. S. et Hong, W.** 1998. *Management of Phyllostachys pubescens stand.* Xiamen, Xiamen University Publishing House.
- Zhou, B., Fu, M., Xie, J., Yang, X. et Li, Z.** 2005. Ecological functions of bamboo forest: Research and application. *Journal of Forestry Research*, 16(2): 143–147.
- Zhou, G.M et Jiang, P.K.** 2004. Density, storage and spatial distribution of carbon in *Phyllostachys pubescens* forest. *Scientia Silvae Sinicae*, 6: 20–24. ♦



© WEFORREST

Financer la restauration des paysages forestiers au travers d'une approche axée sur les entreprises: le point de vue d'une ONG

V. Gutierrez, et M.-N. Keijzer

Le secteur privé représente une source de financement prometteuse pour la restauration des paysages forestiers dégradés

Il apparaît de plus en plus clair que le secteur privé représente un mécanisme de financement prometteur pour toute une série d'acteurs qui œuvrent à la restauration des paysages forestiers. Pour les organisations non gouvernementales (ONG), comprendre les nécessités commerciales, les motivations et les stratégies de mobilisation appropriées des entreprises privées exige une étude attentive, en particulier à un moment où les options traditionnelles ne semblent plus en mesure de suffire dans un marché du financement de l'environnement en évolution.

L'objectif de cet article est d'examiner des solutions financières destinées aux projets de restauration des paysages forestiers (RPF), au travers des acquis et de l'expérience de WeForest en matière d'engagement des entreprises¹. Il regardera au-delà des mécanismes de financement traditionnels pour aborder la nécessité d'adopter des approches axées sur les entreprises, qui impliquent l'intégralité de la chaîne commerciale jusqu'à

Victoria Gutierrez est Directrice des projets de reboisement de WeForest.
Marie-Noelle Keijzer est Directrice générale et cofondatrice de WeForest.

En haut: Bassin versant de l'Umiam dans les East Khasi Hills, projet de l'Inde du Nord-Est

¹ Bien que le secteur privé comprenne un vaste éventail d'organisations de diverses tailles et structures de propriété, l'article se concentrera sur les sociétés et les grandes entreprises, dans la mesure où celles-ci représentent le cœur de l'activité de WeForest et le capital potentiel le plus apte à financer la RPF dans un avenir proche.

Encadré 1 WeForest

WeForest (WF) est une organisation à but non lucratif; depuis 2010, elle a mobilisé quelque 140 entreprises privées de 24 pays afin qu'elles investissent dans un portefeuille de projets de reboisement et de restauration conçus pour accroître le couvert forestier, tout en procurant des bénéfices sociaux et économiques et d'autres avantages écologiques.

Contrairement aux ONG environnementales qui génèrent de l'argent au travers des frais de souscription ou du financement statutaire, WF est financée par le secteur privé, et dans une mesure négligeable par des particuliers. Plus de la moitié de ses sponsors (53 pour cent) relèvent de cinq secteurs de l'industrie (à savoir: fournisseurs de services et conseils, technologie de l'information et télécommunications, mode et beauté, secteur manufacturier et industries environnementales). Le secteur manufacturier, suivi de l'alimentation et des biens de consommation courante, constituent les trois premiers contributeurs financiers.

WeForest utilise le concept de marketing d'impact pour mobiliser les entreprises et leur permettre de se relier à leurs consommateurs finaux, au moyen de vastes campagnes de diffusion qui apportent des bénéfices tangibles à leurs affaires et des avantages clairs à l'environnement.

l'utilisateur final. En illustrant comment WeForest (WF) a obtenu le financement de grandes entreprises au travers de services commerciaux et de produits de «plantation d'arbres»², il affirmera que les stratégies d'engagement des entreprises associées à un impact positif sur l'environnement constituent une alternative solide au financement philanthropique traditionnel.

Les 20 dernières années ont connu un changement dans la façon dont le monde des entreprises privées est perçu. Les grandes sociétés, souvent considérées comme des agents de dégâts environnementaux et de

² Le terme «plantation» est employé ici au sens large pour indiquer toute pratique visant à faire pousser des arbres, qu'il s'agisse notamment d'établir physiquement des plants sur le terrain, de semer directement des semences ou de recourir à la régénération naturelle assistée.



*Petit agriculteur en
République-Unie de Tanzanie*

crise écologique, sont interpellées en tant que partenaires essentiels dans la conservation et la restauration des écosystèmes. Les détracteurs estiment certes que cet engagement est sujet à controverse, dans la mesure où les entreprises cherchent en priorité à maximiser leur profit plutôt qu'à préserver le bien public (Newell, 2000). Les décalages existant entre ce que les sociétés déclarent et ce qu'elles font en matière de questions environnementales continuent à susciter des critiques (voir par exemple Bowen et Aragon-Correa, 2014). Néanmoins, il est désormais largement admis que le secteur commercial et le secteur industriel doivent faire partie intégrante de la solution aux problèmes

environnementaux mondiaux (Kissinger, Morogo et Nojonen, 2015).

Au cours des dernières années, le besoin pressant de relever les défis posés par le changement climatique, la déforestation et la dégradation des terres a renforcé l'intérêt porté à l'exploration de nouvelles opportunités de partenariat, bénéficiant aussi bien à l'environnement qu'au secteur privé. Plus que jamais, les entreprises cherchent à investir dans les grands programmes de conservation, les systèmes agroforestiers et les marchés de produits verts, susceptibles par ailleurs de sécuriser les produits et services écosystémiques



© IPE
Jeunes plants dans une pépinière au Brésil

dont dépend leur viabilité. Ainsi, l'investissement dans les services fournis par les bassins versants, ou bien leur rémunération, représente un secteur émergent qui reçoit actuellement l'attention de l'industrie des boissons (Stanton *et al.*, 2010). Quelque 6,5 milliards de dollars des États-Unis (62 pour cent du financement annuel global de la conservation) sont fournis par des investissements en produits verts certifiés et durables, alors que 3 milliards de dollars des États-Unis (29 pour cent) sont alloués aux compensations des émissions de carbone (Parker *et al.*, 2012). L'échelle de ces marchés est significative

parce qu'elle permet l'échange des produits et services écosystémiques au niveau mondial.

ÉTAT DE L'INVESTISSEMENT DU SECTEUR PRIVÉ

Très peu d'études ont explicitement quantifié les pratiques d'investissement et l'intérêt du secteur privé pour la RPF (Deweese *et al.*, 2011), et lorsque la question a été explorée, l'analyse s'est en général centrée sur les marchés des produits de base ou le paiement des services rendus par les écosystèmes. Ainsi, le premier rapport examinant le marché des investissements d'impact liés à la conservation a indiqué

qu'il y avait un intérêt pour les domaines axés sur la protection de l'habitat et des ressources naturelles, en croissance rapide (EKO et NatureVest, 2014). Les 56 investisseurs enquêtés ont quadruplé leurs investissements entre les périodes 2004-2008 et 2009-2013 (passant de 23 millions à 100 millions de dollars des États-Unis) et il était prévu que le capital déployé dans la conservation générale triple en 2014-2018 (atteignant ainsi 5,6 milliards de dollars). Malheureusement, le secteur des grandes entreprises était sous-représenté dans le rapport et la RPF n'était pas explicitement prise en compte. Malgré le manque de données, il demeure toutefois qu'une forte demande de la part d'investisseurs privés est en mesure de financer des programmes qui soient évolutifs, efficaces et susceptibles d'être rentables (CS, WWF et McKinsey & Company, 2014). À cet égard, les avancées dans les capacités technologiques du suivi forestier pourraient favoriser un investissement dans les forêts fondé sur la performance.

Il existe de multiples raisons pour lesquelles impliquer les entreprises dans les initiatives de restauration des paysages. Tout d'abord, adopter de bonnes pratiques au sein du secteur industriel peut avoir une incidence majeure sur la protection des forêts ainsi que sur la durabilité et la traçabilité des marchés de produits de base, et peut en outre influencer les comportements des consommateurs dans le sens de la viabilité. Ensuite, les entreprises particulières et les associations industrielles peuvent influencer de façon considérable sur les gouvernements. Enfin, ces acteurs sont bien placés pour intervenir et ont les ressources requises pour faciliter la mise en œuvre de politiques environnementales, s'engager dans des initiatives entrepreneuriales durables et évaluer les impacts. Le secteur privé peut jouer un rôle important dans la mise en place de cadres environnementaux, par exemple pour représenter et mettre en œuvre la Convention sur la diversité biologique (Bled, 2009).

AU-DELÀ DE LA PHILANTHROPIE

Malgré les déclarations selon lesquelles la philanthropie se porte bien, les fonds obtenus par ce mécanisme sont insuffisants à offrir le financement requis pour atteindre les objectifs en matière d'atténuation des

effets du changement climatique ou de conservation. Ainsi, selon le Foundation Center, les dons affectés aux actions portant sur le changement climatique suivent une courbe de croissance continue. D'après l'Indice BNP Paribas de la philanthropie individuelle 2013 établi par Forbes, les causes environnementales constituaient l'objet de 46 pour cent des programmes de fond financés par plus de 300 particuliers fortunés à travers le monde. De même, le *2014 Coutts Million Dollar Donors Report* a indiqué que la valeur totale des dons de 1 million de dollars des États-Unis ou plus a augmenté constamment dans tous les domaines au cours des huit dernières années, pour atteindre un total de 26,3 milliards de dollars des États-Unis en 2013. Néanmoins, sur ce montant, seuls 170 millions (moins de 1 pour cent) étaient alloués à des causes environnementales.

En outre, l'action de philanthropie a en plus du changement climatique et de l'environnement toute une série d'autres priorités, dont certaines peuvent être en concurrence directe. Elle est sujette à des influences changeantes et est par conséquent une stratégie non durable pour les solutions qui exigent une mise en œuvre sur une longue période (les dons philanthropiques, par exemple, ont affiché le plus haut degré de lassitude des donateurs parmi les sources de financement de WF). La philanthropie peut certes s'avérer pertinente dans certains cas, par exemple pour le financement de démarrage d'un projet ou le renforcement des capacités. Les gestes caritatifs peuvent notamment jouer un rôle clé pour financer les coûts initiaux associés à la certification carbone. Cependant, les organisations qui cherchent à attirer un financement durable devront regarder au-delà des œuvres philanthropiques des particuliers ou des entreprises.

OPTIONS D'ENGAGEMENT DU SECTEUR PRIVÉ, DE LA RESPONSABILITÉ SOCIALE DES ENTREPRISES AU MARKETING D'IMPACT

Les sociétés qui s'engagent dans l'action environnementale sont motivées à le faire pour un certain nombre de raisons: conformité à des normes de production volontaires afin d'accroître l'efficacité de la chaîne d'approvisionnement; diversification et expansion commerciale; leadership

et positionnement sur le marché; amélioration de l'image publique et motivation du personnel; renforcement des relations externes et mise à l'écart des risques de mauvaise réputation susceptibles d'affecter négativement les affaires (Allet, 2014). Ainsi, les entreprises peuvent adopter des approches distinctes. L'une d'entre elles est la voie de la responsabilité sociale des entreprises (RSE), qui comporte des dons et des compensations, et est principalement considérée comme une stratégie de marque. Autrement, le schéma de l'investissement est guidé par le retour sur investissement (RSI), l'évaluation des risques et, plus récemment, par l'exigence de mettre en évidence l'impact obtenu. D'après des entretiens menés auprès de cadres supérieurs d'entreprise, la plus grande difficulté des investisseurs à cet égard réside dans l'absence d'argumentaires solides sur les opportunités d'investissement et dans la charge que représente le processus de documentation de l'impact (EKO et NatureVest, 2014). Dans la mesure où la tendance du marché mondial à demander des actions écologiques est appelée à se poursuivre à l'avenir, il devient urgent de créer les conditions pour que le monde des affaires puisse financer une RPF responsable.

Traditionnellement, l'achat de crédits carbone au sein du marché volontaire du carbone a représenté l'option principale d'une entreprise pour compenser son empreinte écologique conformément à la RSE. L'avantage de la compensation des émissions est son ubiquité, quelles que soient les industries concernées, ce qui en fait une action directe et largement applicable. Si un nombre croissant d'entreprises s'efforcent de comprendre et rendre publique leur empreinte écologique, la plupart mettent essentiellement l'accent sur les émissions de carbone, peu d'entre elles se penchant sur les questions liées à l'eau ou aux forêts (WWF, 2014). On trouve des exceptions à cela dans l'industrie de la mode, où les sociétés commencent à faire état de l'empreinte associée à l'utilisation intensive d'eau inhérente à la production de coton; quelques autres ont commencé à déclarer l'empreinte forestière de leur chaîne d'approvisionnement (Hulse *et al.*, 2013; WWF, 2014). Les acheteurs européens ont généré la plus forte demande de réduction des émissions forestières en

2013, et ont été à l'origine de la plus grande demande de projets basés en Amérique latine, en Asie et en Afrique (Goldstein et Gonzalez, 2014).

Les initiatives forestières non extractives intéressent les financiers qui donnent la priorité aux solutions visant à l'atténuation des effets du changement climatique. Lorsqu'ils sont associés à des projets d'amélioration des moyens d'existence, les crédits carbone offrent une grande variété d'avantages en termes d'adaptation au changement climatique et d'atténuation de ses effets. Ainsi, il a été rapporté qu'en 2013, les initiatives de compensation des émissions de carbone ont entraîné la création de 9 000 emplois, la formation ou le renforcement des capacités de 150 000 personnes et la protection de 13 millions d'hectares d'habitat d'espèces menacées, et ont contribué à hauteur de 41 millions de dollars des États-Unis à améliorer les moyens d'existence des populations, sous forme d'éducation, de soins de santé et d'infrastructures (Goldstein et Gonzalez, 2014). Ces avantages additionnels n'ont toutefois pas constitué un facteur décisif pour les entreprises souhaitant financer des projets liés à la certification du carbone.

WeForest ne s'est pas lancée dans le marché volontaire du carbone. Plusieurs de ses projets ont une certification carbone ou sont en train d'achever leur processus de validation conformément à la norme de Plan Vivo, particulièrement adaptée aux projets axés sur les petits exploitants et les communautés dans la mesure où elle met l'accent sur les volets du social et de la biodiversité. À l'échelle du projet, la norme valorise la diversification des sources de revenus et les mesures à long terme incitant les populations locales à sauvegarder leurs actifs.

À l'instar de la compensation des émissions de carbone, l'*insetting* est une stratégie qui permet aux entreprises de générer des impacts climatiques et sociaux positifs en appuyant des systèmes qui bénéficient à leurs parties prenantes. Les entreprises peuvent ainsi financer des projets au sein de leur chaîne d'approvisionnement et compenser leur empreinte écologique à l'intérieur de l'écosystème économique constitué par leurs fournisseurs, leurs partenaires et les communautés locales. Pour le secteur privé, l'*insetting* apporte des bénéfices connexes qui œuvrent à renforcer

la stratégie commerciale de long terme, et aide les entreprises à mieux comprendre et potentiellement améliorer leur chaîne d'approvisionnement, ce qui à son tour peut générer des avantages compétitifs. Par exemple, en 2014, Nespresso a déclaré son intention de faire de l'insetting et d'intégrer son empreinte carbone opérationnelle au travers d'un système agroforestier conçu pour accroître la résilience face au changement climatique. Les initiatives d'insetting pourraient être développées en tant qu'investissement par des entreprises en partenariat avec des parties prenantes externes, mais l'effort considérable requis pour développer et gérer le système pourrait rendre cette stratégie peu attractive aux yeux de certaines.

En dépit d'un historique bref, WeForest s'est adaptée aux nouvelles modalités de travail avec les entreprises. Financée une seule fois par la philanthropie privée, l'organisation a étendu sa stratégie de levée de fonds afin de développer des produits

et services conçus pour servir les intérêts des sociétés, tout d'abord en répondant aux besoins de celles qui veulent compenser leur empreinte écologique, puis en offrant des outils de marketing personnalisés intégrant des arbres aux entreprises en contact direct avec les consommateurs. Les arbres sont ainsi utilisés comme monnaie d'échange pour impliquer les parties prenantes et avoir un impact sur les écosystèmes locaux au travers de projets de reboisement communautaires.

L'approche de WF en matière de levée de fonds traverse la ligne de partage qui sépare la RSE traditionnelle du *marketing d'impact* (*cause marketing* ou marketing des grandes causes). Tandis que les sociétés qui investissent dans les activités de RSE agissent de façon générale en associant le nom d'une marque aux avantages dérivant d'initiatives comme la compensation des émissions de carbone, le «marketing d'impact» quant à lui suppose d'agrèger un produit ou un service à un projet

spécifique de RPF et à l'impact escompté (par exemple, une plantation d'arbres associée à l'achat de produits donnés). Il se situe à mi-chemin de la philanthropie et de l'investissement. Pour l'entreprise, le produit ou les services offerts sont rendus visibles par leur association aux activités de plantation d'arbres, aux avantages multiples des forêts et à l'exigence de garantir un avenir durable. Les actions de plantation d'arbres sont communiquées sur les médias sociaux, accroissant la visibilité et la notoriété de la marque, en passant des modalités du marketing traditionnel à celles du marketing participatif (*crowd marketing*).

Pour WeForest, ces approches commerciales ont conduit à des revenus moyens similaires et n'ont pas eu d'impact significatif sur la fidélisation des donateurs. Cependant, cette démarche présente un triple avantage par rapport à la stratégie de RSE. Premièrement, les budgets disponibles pour le marketing sont bien plus importants. Selon eMarketer 2014, les annonceurs du monde entier devaient dépenser 545,40 milliards de dollars des États-Unis sur les médias payants en 2014 (667,65 milliards d'ici 2018). À titre de comparaison, en 2014, la Banque mondiale a évalué le système mondial d'échange des droits d'émissions de carbone à 30 milliards de dollars des États-Unis; les compensations carbone issues des interventions sur les forêts et l'utilisation des terres combinées, au cœur de la RSE, ont généré moins de 200 millions de dollars des États-Unis en 2013. Les stratégies marketing sont ainsi potentiellement aptes à mobiliser les fonds suffisants pour pouvoir financer la RPF. Deuxièmement, les budgets publicitaires ont la priorité sur la RSE dans les périodes de coupe des dépenses, et sont donc plus protégés par les entreprises contre les fluctuations budgétaires. Troisièmement, les stratégies se distinguent par la visibilité créée autour des activités de projet, ce qui contribue à la sensibilisation aux aspects environnementaux et socioéconomiques. Le marketing d'impact s'accompagne d'un facteur d'amplification externe, dans la mesure où, pour chaque article ou service vendu, il y a un message écologique susceptible de toucher le consommateur final. Le message environnemental associé aux arbres et aux divers avantages des forêts

Encadré 2

Étude de cas: impact de la campagne de marketing d'ENECO

En 2014, WF a fourni à ENECO (Belgique), un fournisseur d'énergie verte, un outil de mobilisation des consommateurs qui permettait à l'entreprise d'offrir à ces derniers le choix entre une réduction de 20 euros sur la facture suivante et la plantation de 40 arbres dans l'un des deux projets de WF présentés. Les résultats ont montré que 20 pour cent des clients ont choisi de planter des arbres, en utilisant l'application TreeApp de WF. Deux tiers des clients ont visité le site Internet de l'entreprise et 50 pour cent d'entre eux ont poursuivi leur lecture afin d'en savoir plus sur sa stratégie de durabilité, passant en moyenne 50 secondes en ligne. L'application peut être adaptée sur mesure à une vaste gamme d'activités commerciales, et peut répondre à pratiquement toutes les exigences, y compris la création de modalités ludiques personnalisées. Les destinataires peuvent suivre les progrès du projet et communiquer leur contribution à la plantation d'arbres sur les réseaux sociaux.



pour les communautés, la biodiversité, etc., peut être diffusé plus largement au public. La valeur ajoutée de l'amplification du message pourrait contribuer à renforcer une prise de conscience et éventuellement à favoriser un comportement adéquat de la part des consommateurs. En regard de la RSE, le marketing d'impact apparaît comme une stratégie au rayonnement bien plus ample. L'impact doit être recherché tant au niveau du projet qu'à celui de l'engagement de l'utilisateur final.

La majorité des entreprises (52,8 pour cent) qui ont financé le portefeuille de projets de WeForest l'ont fait pour développer leur composante de RSE, tandis que 45,6 pour cent d'entre elles ont dépensé des fonds provenant de leur budget marketing, et à peine plus de 1 pour cent des contributions ont été classées comme dons philanthropiques. Cela est conforme à la tendance selon laquelle la RSE est la motivation la plus courante de l'«acheteur». En 2013, la majorité des crédits d'émissions de carbone (un total de 29 Mt CO₂e) ont été achetés par des entreprises désireuses

d'atteindre leurs objectifs en matière de RSE ou de démontrer leur position de chef de file industriel (Goldstein et Gonzalez, 2014).

WeForest a constaté un intérêt croissant des entreprises pour la mise en rapport d'actions et récits positifs avec leurs produits et services. Les sociétés, qu'elles soient axées sur la relation avec le consommateur (*business-to-consumer*) ou avec d'autres entreprises (*business-to-business*), peuvent promouvoir leurs produits tout en soutenant des projets de reboisement, et communiquer des messages associés à de «bonnes actions». Les arbres, plus que l'utilisation des terres, sont utilisés comme monnaie d'échange, dans la mesure où les concepts et les avantages qui leur sont liés sont faciles à appréhender par la plupart des acteurs. Par exemple, la campagne «1 lot acheté = 1 arbre planté!» a permis à Délifrance de planter plus de 2 millions d'arbres; le moteur de recherche Ecosia plante un arbre au bout d'un certain nombre de clics de souris et reverse 80 pour cent de ses revenus à la RPF, prévoyant ainsi de

restaurer 3 000 hectares en 2015 (3 millions d'arbres). Pour les entreprises, l'application mobile TreeApp peut être utilisée comme un nouveau programme de fidélité autour de la plantation des arbres, renforçant ainsi un message positif qui dépasse de loin celui associé au système de compensation des émissions. Ces initiatives offrent donc aux entreprises un message positif et peu risqué, pouvant être facilement compris par les parties prenantes et les consommateurs finaux.

OBSTACLES À L'ENGAGEMENT

Suite à une série de révélations sur des scandales liés à de grandes firmes, la confiance du public dans les performances des entreprises en matière de RSE a suivi une évolution négative. Les stratégies de RSE continuent à être interprétées comme une tactique utilisée par les entreprises pour faire du «blanchiment vert» ou pour échapper à des réglementations contraignantes, dans la mesure où la publication de l'empreinte écologique dépend de la bonne volonté des entreprises à appliquer



Plant d'*Acacia raddiana* émergeant après la pluie au Burkina Faso

les réglementations volontaires (Clapp, 2005). On trouve une exception à la règle en France où, depuis décembre 2011, les entreprises de plus de 250 salariés sont tenues par la loi de mesurer et communiquer leurs émissions de gaz à effet de serre (GES). Cependant, l'image négative qui entoure les grandes entreprises et le fait que la neutralité carbone n'empêche pas de produire des impacts sociaux et environnementaux négatifs, ont fait que ces sociétés éprouvent quelque résistance à se lancer dans des initiatives de compensation des émissions de carbone, puisqu'elles sont destinées quoi qu'il en soit à être sous les feux des projecteurs à cet égard. Ces entreprises pourraient être davantage enclines à améliorer leur image publique au moyen du marketing.

ET ENSUITE?

Les entreprises pionnières réfléchissent au-delà de leur transparence en matière d'empreinte écologique, prenant acte que le profit devrait être associé à un impact positif. Ces sociétés sont conscientes du besoin d'accroître leur crédibilité au travers d'effets tangibles, d'innover et d'améliorer des pratiques durables, et de s'engager auprès de leurs parties prenantes, en particulier les consommateurs. Toutefois, les dirigeants d'entreprise novateurs doivent pousser la démarche plus loin, et non seulement chercher à avoir un impact social et écologique positif grâce aux initiatives de RPF, mais aussi assumer la responsabilité des résultats à atteindre.

Les «obligations à impact social» (*social impact bonds*) – des investissements qui visent à obtenir un impact social positif de même qu'un retour financier – sont un nouveau mécanisme d'investissement qui peut potentiellement bénéficier à l'ensemble de la société, à l'écosystème et aux investisseurs (Center for Global Development and Social Finance, 2013). S'il a été auparavant appliqué aux résultats liés à des questions sociales et de santé, ses possibilités d'application au contexte de la RPF pourraient être explorées. Par exemple, grâce à un meilleur rendement des cultures, la mise en œuvre de projets agroforestiers peut réduire l'empiètement de terres forestières protégées et entraîner par là des retombées financières pour les investisseurs, sous forme d'une diminution des dépenses sociales. L'investissement

Encadré 3



Des femmes Khasi forment des groupes d'entraide qui appuient le développement économique individuel au moyen de prêts et d'activités génératrices de revenus

Inde, renforcer les capacités pour faciliter les investissements

Depuis 2014, WeForest est devenue partenaire de la société KSKHAWUMW, une fédération formée de 10 Himas (collectivités locales) dans les East Khasi Hills, en vue de restaurer les paysages forestiers dégradés au moyen de la régénération naturelle assistée et de la plantation d'enrichissement. À ce jour, le projet a financé le reboisement de 1 500 hectares, renforcé les capacités d'une entreprise d'écotourisme communautaire, et permis la mise en place de systèmes de microfinance et d'activités génératrices de revenus, notamment des pépinières personnelles gérées par des femmes. Ces initiatives visant à consolider les moyens d'existence prennent en compte la gestion durable des ressources naturelles et font partie intégrante de l'activité d'entreprises de petite dimension. Cette approche prépare la phase suivante, lorsque les investisseurs cherchent des opportunités commerciales auprès de réalités qui font preuve de capacités organisationnelles et entrepreneuriales. Dans le cas de l'Inde, le potentiel d'affaires pourrait être lié à des produits forestiers non ligneux, par exemple l'huile médicinale de thé des bois.

Zambie, promouvoir les opportunités commerciales pour intégrer les petits exploitants dans la filière de production de bioénergie, en s'appuyant sur la restauration écologique et le développement des moyens d'existence

En partenariat avec le secteur privé local, le projet vise à créer des liens avec le marché pour permettre la fourniture d'une biomasse durable; celle-ci doit résulter de la restauration écologique de 400 parcelles de miombo sous-exploitées et dégradées, gérées par de petits producteurs en vue de favoriser la régénération naturelle et la récolte de biomasse. La biomasse est vendue par les agriculteurs à une usine de traitement locale, qui la transforme en copeaux de bois conçus pour alimenter les fours de cuisson *Peko Pe* vendus par une entreprise locale. Les copeaux sont vendus en plus des fourneaux pour offrir une alternative propre au marché non réglementé du charbon de bois, qui continue à être une cause de la déforestation en Zambie. WeForest subventionne 3 000 fours pour stimuler les ventes dans la région et créer en même temps une demande de copeaux de bois. Au moyen d'une approche axée sur la performance, la démarche stimule le changement de comportement des agriculteurs grâce à des actions de formation, de transfert de connaissances entre pairs et de collecte de données participative par messages SMS. Le projet s'inscrit dans un programme plus vaste d'initiatives de renforcement des moyens d'existence (à savoir, apiculture, pépinières tenues à domicile par des femmes pour la production d'arbres fruitiers prisés, et plantations d'arbres destinés à la production de bois), lequel est essentiel pour accroître tant la résilience des agriculteurs que celle des entreprises locales. En consolidant et reliant les fournisseurs et les marchés, le projet favorise le développement de la chaîne de valeur en termes de produits ligneux forestiers et non forestiers, tout en permettant d'obtenir un gain net de couvert forestier.

initial pourrait être reversé par une organisation donatrice si, et seulement si, l'impact escompté est obtenu.

Cependant, pour pouvoir mobiliser les investisseurs, les ONG devront élargir leur panoplie de compétences. Ainsi, les mécanismes de financement axés sur les résultats requièrent des capacités et des aptitudes de développement spécialisées, ce qui exclut probablement de l'accès à cette source de financement la plupart des petites et moyennes ONG environnementales. L'expertise de la faisabilité financière et les propositions d'analyse de rentabilisation exigent d'avoir une bonne connaissance de l'usage pratique de la méthodologie du RSI. L'attribution de fonds visant à acquérir des capacités supplémentaires au sein des ONG est souvent vue négativement par les responsables de celles-ci, qui se concentrent sur leur performance financière. Ainsi, les ONG soucieuses de leur réputation sont sous pression pour contenir leurs frais généraux, ce qui réduit au minimum le potentiel de renforcement des capacités, et limite par conséquent la diversification des sources de financement et la possibilité d'étendre l'impact des interventions.

CONCLUSIONS

Aujourd'hui, plus que jamais, l'industrie privée est considérée comme un acteur important dans l'identification de solutions pour le reboisement et la restauration des paysages forestiers. Reconnaisant la multifonctionnalité des paysages, l'approche de la RPF est apte à rassembler les investisseurs de secteurs industriels divers qui cherchent à obtenir des retombées attractives et diversifiées tout en sauvegardant les écosystèmes et les moyens d'existence des populations. Les ONG ont un rôle important à jouer dans l'accès à des sources de financement novatrices, en vue de combler les lacunes du financement national et international de la restauration forestière et de traduire cela en actions tangibles. Une telle approche exigera une adaptation continue à un marché financier en évolution. ♦



Références

- Allet, M.** 2014. Why do microfinance institutions go green? An exploratory study. *Journal of Business Ethics*, 122(3): 405-424.
- Bled, A.** 2009. Business to the rescue: private sector actors and global environmental regimes' legitimacy. *International Environmental Agreements: Politics, Law & Economics*, 9(2): 153-171.
- Bowen, F. et Aragon-Correa, J.A.** 2014. Greenwashing in corporate environmentalism research and practice. The importance of what we say and do. *Organization & Environment*, 27(2): 107-112.
- Center for Global Development and Social Finance.** 2013. *Investing in social outcomes: development impact bonds. Report of the Development Impact Bond Working Group* (disponible sur <http://international.cgdev.org/sites/default/files/investing-in-social-outcomes-development-impact-bonds.pdf>).
- Clapp, J.** 2005. Global environmental governance for corporate responsibility and accountability. *Global Environmental Politics*, 5(3): 23-34.
- Coutts Million Dollar Donors Report.** 2014 (disponible sur <http://philanthropy.coutts.com/en/reports/2014/executive-summary.html>).
- CS, WWF et McKinsey & Company.** 2014. *Conservation finance: moving beyond donor funding toward an investor-driven approach* (disponible sur <https://www.credit-suisse.com/ch/en/about-us/corporate-responsibility/banking/conservation-finance.html>).
- Deweese, P., Place, F., Scherr, S.J. et Buss, C.** 2011. *Investing in trees and landscape restoration in Africa: what, where, and how*. Washington, DC, Profor.
- EKO et NatureVest.** 2014. *Investing in conservation: a landscape assessment of an emerging market* (disponible sur http://www.naturevestnc.org/pdf/InvestingInConservation_Report.pdf).
- Goldstein, A. et Gonzalez, G.** 2014. *Turning over a Newleaf: State of the Forest Carbon Markets 2014*. Forest Trends (disponible sur http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_4770.pdf).
- Hulse J., Crosbie L., McCoy K., Walker, N. et Davis, F.** 2013. *The forest footprint disclosure annual review 2012*. Oxford, Royaume-Uni, Global Canopy Programme.
- Kissinger, G., Morogo, M. et Noponen, M.** 2015. Private sector investment in landscape approaches: the role of production standards and certification. In Minang, P.A., van Noordwijk, M., Freeman, O.E., Mbow, C., de Leeuw, J. et Catacutan, D. *Climate-smart landscapes: multifunctionality in practice*. Nairobi, Kenya, Centre mondial d'agroforesterie.
- Newell, P.** 2000. *Climate for change: non-state actors and the global politics of the greenhouse*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Parker, C., Cranford, M., Oakes, N. et Leggett, M., eds.** 2012. *The little biodiversity finance book*. Oxford, Royaume-Uni, Global Canopy Programme.
- Stanton, T., Echavarría, M., Hamilton, K. et Ott, C.** 2010. *State of watershed payments: an emerging marketplace*. Ecosystem Marketplace (disponible sur http://www.ecosystemmarketplace.com/pages/dynamic/resources.library.page.php?page_id=7599§ion=home).
- WWF.** 2014. *Living Planet Report 2014. Species and spaces, people and places*. McLellan, R., Iyengar, L., Jeffries, B. et Oerlemans, N., eds. Gland, Suisse, WWF. ♦