



LES FEUILLES DU FLAMBOYANT

La lettre des foresteries tropicales
de l'Association des Forestiers Tropicaux (AFT)
et de l'Association Silva (Arbres, Forêts et Sociétés)



Directeurs de publication : Jacques PLAN et Bernard MALLET



Les plantations en forêts tropicales

Revue n° 8
Décembre 2021

Compenser ses émissions de CO2 : une fausse bonne idée ?

Sommaire

1 – Les plantations en forêts tropicales	page 1
Les nouveaux enjeux des plantations forestières par B. Mallet	page 1
Les plantations forestières d'espèces introduites à Madagascar : mise en péril ou aide à la conservation de la biodiversité ? par J.P Bouillet et associés	page 24
Reforest'Action : préserver et restaurer les forêts mondiales par A.L. Avril	page 48
Compenser ses émissions de CO2 : une fausse bonne idée par A. Karsenty	page 52
2 – Actualités de l'AFT	page 53
3 – Des lectures à partager	page 55
4 – Venez nous rejoindre ou renouveler votre adhésion	page 58

Les bureaux de l'AFT et de SILVA vous souhaitent de bonnes fêtes de Noël !

Portez-vous bien et protégez-vous pour vous retrouver en 2022 !



1 - Thématique du numéro : Les plantations en forêts tropicales

Les nouveaux enjeux des plantations forestières

Bernard Mallet

Les plantations forestières ne datent pas d'hier, et pour ce qui concerne les régions tropicales, la bibliographie confirme la réalisation de plantations de teck et d'eucalyptus dès le 19^{ème} siècle.

Les premiers eucalyptus ont été introduits en Afrique entre le milieu et la fin du 19^{ème} siècle: en Algérie en 1854; à Madagascar, vers 1890 ; en 1895 en Éthiopie, au début des années 1900 au Rwanda, et en 1901 au Burundi. L'empereur Ménélik II a ainsi introduit l'eucalyptus en Éthiopie en 1895, compte tenu de la surexploitation des forêts autour d'Addis Abeba, et des besoins croissants en bois des populations. L'introduction de l'eucalyptus a eu lieu beaucoup plus tard dans de nombreux autres pays africains, en 1953 au Congo, en 1963 au Niger et au Burkina Faso.

En 1953, Aubréville écrivait ainsi : « *Qui croirait que l'eucalyptus puisse exciter les passions et entretenir la controverse, alors que dans tout le monde tropical et méditerranéen, il est aujourd'hui considéré comme un genre béni pour le boisement ?* ». Près de 70 ans après, les débats sur les plantations sont toujours vifs !



Construction en bois d'eucalyptus, Addis Abeba, Éthiopie © B.Mallet

Les premières plantations de teck ont été lancées en 1680 au Sri Lanka, après qu'il ait été introduit à Java. La plantation de teck en Inde a commencé dans les années 1840, au Myanmar en 1856 et en Indonésie vers 1880. Le teck a été introduit en dehors de l'Asie d'abord au Nigeria en 1902, puis au Ghana vers 1905, et en Côte d'Ivoire en 1929. Les premières plantations de teck en Amérique tropicale ont été établies à Trinité-et-Tobago en 1913, puis au Honduras, au Panama et au Costa Rica à partir de 1927.

Au-delà des eucalyptus et du teck, ce sont des centaines d'espèces forestières, souvent locales, mais aussi introduites, qui ont été plantées sous les tropiques.

Les plantations réalisées, qu'elles soient étatiques, industrielles, villageoises ou paysannes, avaient pour la plupart des objectifs de production (*bois d'œuvre, de services, de chauffage...mais aussi gomme, huile, fruits, fourrage, ...*), mais aussi des objectifs de protection des sols et des milieux, sans oublier d'autres composantes (*marquage foncier...*). Les données du GFRA (Global Forest Resource Assessment) 2020 de la FAO font ressortir que les forêts plantées représentent aujourd'hui près de 300 millions d'ha dans le monde, dont environ le quart en régions tropicales.



Plantations de limbas (*Terminalia superba*) sur cacaoyers, Congo © J.P. Bouillet

L'accent avait été mis au cours des années 2000 dans les débats internationaux sur la protection et la gestion durable des forêts « naturelles », en lien avec les taux élevés de déforestation, plus particulièrement sous les tropiques.

Les plantations forestières ont toutefois fait un grand retour dans les débats au cours de la décennie écoulée, en relation avec la priorité - politique, scientifique, médiatique – accordée aux enjeux climatiques, et avec la capacité des plantations (*et plus globalement des forêts !*) à « stocker » du carbone.

Nous rappellerons l'évolution du contexte ayant conduit à cette re-connaissance des plantations forestières, puis présenterons quelques données de base sur la situation des plantations au niveau mondial et tropical, tout en n'oubliant pas la multifonctionnalité des plantations forestières et leur contribution sociale et économique au développement des pays du Sud.

Plantations forestières et carbone

Les mécanismes d'absorption et de fixation du carbone par les plantes et les arbres sont bien connus, la photosynthèse étant un mécanisme d'une ingéniosité et d'une efficacité remarquables, que la technologie humaine n'a pas encore pu égaler.

Le rôle des arbres et des forêts (*et des sols forestiers*) en matière de séquestration du carbone (*une tonne de bois sec correspond à une demi tonne de carbone, et à 1,8 tonnes de CO₂*) est également bien connu et largement documenté.

De nombreuses études scientifiques ont permis de mieux connaître les interactions entre les forêts, la géosphère et l'atmosphère.

Concernant les plantations, on peut en particulier citer les travaux très pointus menés par le Cirad (Y. Nouvellon, J.P. Laclau & J.P. Bouillet) et ses partenaires en République du Congo (CR2PI, Université Marien N'Gouabi) et au Brésil (USP, ESALQ, IPEF, ...) sur les plantations d'eucalyptus, modèle particulièrement intéressant et couvrant des dizaines de millions d'hectares dans le monde.

Ces dispositifs de recherche ont été équipés de capteurs divers (*analyse des flux d'eau et de gaz carbonique, de type eddy-covariance ; appareils enregistrant la respiration des sols et des feuilles ; ...*) avec l'installation de « tours à flux » surplombant les plantations.



Capteurs sur plantations d'eucalyptus au Congo
© Y. Nouvellon

Ces travaux ont permis de mieux quantifier et modéliser les flux de carbone, mais aussi d'eau (*avec les dispositifs d'exclusion des pluies*) et d'éléments minéraux, au sein des différents compartiments des arbres et du sol.



Dispositif de recherche sur l'exclusion des pluies, Cirad Esaq, Itatinga, Brésil © B. Mallet

Des dispositifs équivalents existent également en forêts naturelles, comme la tour installée par l'INRAe en Guyane à Kourou, qui domine la canopée de la forêt guyanaise, ou l'immense tour (*plus de 300 m*) installée par le Max Planck Institute et ses partenaires brésiliens près de Manaus en pleine forêt amazonienne.

La contribution potentielle des plantations forestières pour lutter contre le réchauffement climatique a été récemment mise en exergue par une publication, « **The global tree restoration potential** », parue en juillet 2019 dans la revue Science (*J.F. Bastin, T.W. Crowther, C. Garcia & al*) et qui a généré des débats intenses.

Les auteurs indiquent que « la restauration des arbres reste l'une des stratégies les plus efficaces pour atténuer le changement climatique. Nous avons cartographié la couverture arborée potentielle mondiale pour montrer que 4,4 milliards d'hectares de couvert forestier pourraient exister sous le climat actuel. En excluant les arbres existants et les zones agricoles et urbaines, nous avons découvert qu'il y avait de la place pour 0,9 milliard d'hectares supplémentaires de couvert forestier, qui pourraient stocker 205 gigatonnes de carbone dans des zones qui abriteraient naturellement des zones boisées et des forêts. Cela met en évidence la restauration mondiale des arbres comme l'une des solutions de réduction du carbone les plus efficaces à ce jour ».

Cet article vise à montrer qu'une augmentation d'un milliard d'hectares (!) des surfaces forestières (*soit près de 25% en plus*) pourrait jouer un rôle majeur dans la séquestration des émissions de GES.

La nécessité d'une réelle prise en compte des trois piliers du développement durable (*volets environnementaux, sociaux et économiques*) aux niveaux locaux, nationaux et internationaux s'avèrerait critique pour de telles initiatives ; de nombreux débats, documents, analyses ont été menés par diverses organisations sur les facteurs de succès et d'échec des plantations forestières, au-delà des aspects environnementaux.

Les forêts dans les négociations internationales sur le climat

Le sommet mondial tenu à Rio en 1992 avait débouché sur les trois grandes conventions (*Changement climatique ; Diversité biologique ; Désertification*). Plusieurs « COP » (*Conférences des parties, regroupant les états signataires des conventions*) relatives à la convention sur le changement climatique et à la convention sur la diversité biologique (CBD) ont été tenues depuis le sommet de Rio, les dernières COP se sont tenues en 2021 pour la COP 26 pour le changement climatique (Glasgow, Grande Bretagne) comme pour la COP 15 sur la CDB (Kunming, Chine).

La place des forêts a évolué avec le temps dans ces négociations : le sommet de Rio en 1992 n'avait accouché pour les forêts que d'un texte assez général et non contraignant « *Non-legally Binding Authoritative Statement of Principles for a Global Consensus on the Management, Conservation and Sustainable Development of all Types of Forests* ».

Le **protocole de Kyoto**, signé le 11 décembre 1997 au Japon, engageait 37 pays industrialisés dans une démarche de réduction des émissions de gaz à effet de serre, afin de limiter le réchauffement climatique. L'un des « outils » issus de ce protocole est le **mécanisme de développement propre** (MDP), permettant à des entreprises issues de pays ayant souscrit à des engagements chiffrés de réduction des émissions de gaz à effet de serre au titre du Protocole de réaliser et/ou de co-financer des projets de réduction des émissions dans des pays sans engagement chiffré (*pays en développement, économies émergentes*) et de se voir délivrer en contrepartie des crédits carbone, garantis par l'ONU. Les plantations forestières apparaissaient comme un des « outil » intéressant pouvant être cofinancé par le MDP et divers manuels aidant au montage de projets de plantations éligibles ont été édités dans les années 2000. Compte tenu des spécificités et contraintes liées à la mise en place et à la reconnaissance des crédits carbone, très peu de projets concernant les plantations forestières ont été mis en place dans ce cadre.

La 21e Conférence de l'ONU pour lutter contre les changements climatiques (COP21), s'est terminée par la signature à Paris en décembre 2015 d'un accord historique (« **Accords de Paris** »), puisqu'il s'agit du premier accord juridiquement contraignant et universel sur le climat. L'accord est transversal, mais le caractère spécifique de l'agriculture est souligné dès le préambule. Il reconnaît la nécessité que les efforts entrepris pour atténuer et s'adapter au changement climatique ne menacent ni la sécurité alimentaire ni la production agricole.



L'article 5 reconnaît également le rôle crucial des puits de carbone forestiers, et met en avant le cadre volontaire de lutte contre la déforestation dans les pays en développement, REDD+. Le texte incite ainsi tous les pays à une gestion durable des forêts et reconnaît leur importance pour atténuer le changement climatique. A travers l'ensemble du texte, c'est le potentiel de l'agriculture et de la forêt dans l'atténuation du changement climatique, mais également leur vulnérabilité, qui sont reconnus. Les 187 contributions nationales publiées en 2015 montrent que la majorité des pays comptent également sur leur agriculture et leur forêt pour atteindre les objectifs d'adaptation et d'atténuation qu'ils se sont fixés.

La COP 26, tenue récemment à Glasgow, a enfin débouché sur la signature le 2 novembre 2021 par près de 150 pays de la « Déclaration de Glasgow » sur les forêts et l'utilisation des terres.

Cette déclaration vise à s'inscrire dans le cadre des accords de Paris, et commence par « *Nous renforcerons nos efforts communs pour : 1. Conserver les forêts et autres écosystèmes terrestres et accélérer leur restauration* » et se termine par « *Ensemble, nous pouvons réussir à lutter contre le changement climatique, à assurer une croissance résiliente et inclusive, et à enrayer et inverser la perte de forêts et la dégradation des terres* ».

Cette déclaration n'est pas contraignante, et la question de la mise en œuvre effective de ces engagements se pose ; il n'est pas non plus très clair si l'objectif est de stopper la déforestation « brute », ou la déforestation « nette », ce qui permettrait alors de « compenser » la déforestation par des actions de restauration et de plantations.

De grandes initiatives au service de la restauration forestière

La reconnaissance du rôle majeur des forêts a contribué à l'émergence de grandes initiatives visant à la fois à lutter contre la déforestation et à contribuer à la restauration d'espaces forestiers. Ces initiatives internationales et régionales pour la restauration des forêts sont pour la plupart interconnectées entre elles, avec des acteurs (*bailleurs, ONGs, agences, ...*) parfois communs. Le concept de restauration forestière recouvre une vision assez globale, intégrant la reconstitution de forêts naturelles très dégradées, la régénération naturelle ou assistée des milieux, les actions de plantation, ...

Nous présenterons succinctement ces grandes initiatives fournissant un cadre aux actions de restauration forestière, plus particulièrement celles concernant les pays du Sud. Nous n'entrerons pas dans une analyse détaillée de ces initiatives, de leurs actions et réalisations, de leurs financements, analyse qui supposerait et mériterait une étude détaillée.

Le Programme ONU-REDD est l'initiative de collaboration des Nations Unies sur la réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts (REDD+) dans les pays en développement. Le Programme a été lancé en 2008 et s'appuie sur le rôle de rassembleur et l'expertise technique de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), du Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) et du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE). Le Programme ONU-REDD soutient les processus REDD+ menés au niveau national et encourage la participation de toutes les parties prenantes, y compris les peuples autochtones et autres communautés tributaires des forêts, à la mise en œuvre nationale et internationale de la REDD+.

UN-REDD concerne près de 70 pays représentant 70% des surfaces forestières tropicales, dont 30 ont établi des programmes « REDD+ ». Il vise à encourager les pays en développement à réduire les émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts, à la conservation des stocks de carbone forestier, à une gestion durable des forêts et à accroître les stocks de carbone forestier. Le Programme ONU-REDD travaille en étroite collaboration avec le Fonds de partenariat pour le carbone forestier (FCPF) et le Programme d'investissement forestier (FIP) de la Banque mondiale, afin de rationaliser le soutien aux pays partenaires. Depuis 2008, ONU-REDD a aidé 34 pays à préparer et à faire progresser les stratégies nationales REDD+ ou des plans d'action, conformément au Cadre de Varsovie de la CCNUCC pour la REDD+

La Décennie des Nations Unies pour la restauration des écosystèmes, proclamée par l'assemblée générale des Nations Unies, se déroulera de 2021 à 2030, date cible d'atteinte des objectifs de développement durable.

<https://www.decadeonrestoration.org/fr/partenaires>

Elle vise à mettre un terme à la dégradation des écosystèmes et à les restaurer afin d'atteindre les objectifs mondiaux, afin d'améliorer les conditions de vie des populations, lutter contre les changements climatiques et mettre fin à la perte de biodiversité. Cette initiative pilotée par la FAO et le PNUE, associe de nombreux partenaires politiques, financiers, ONGs, agences de recherche ou de développement. Le site de l'initiative précise sa vision de la restauration des écosystèmes forestiers qui intègre plantations sur d'anciennes terres forestières ou zones défrichées, plantations d'espèces locales, boisements au sein des espaces agricoles, Le site recense de nombreux projets mis en place sous son couvert.

Le Défi de Bonn (*Bonn Challenge, soutenu par l'Allemagne et l'UICN*) est un effort mondial dont l'objectif est de restaurer 150 millions d'hectares de terres dégradées et déboisées d'ici à 2020, et 350 millions d'hectares d'ici à 2030. L'objectif de 2020 a été lancé en 2011 à Bonn lors d'un événement organisé par le gouvernement allemand et l'UICN, puis a été approuvé et étendu à 2030 par la [Déclaration de New York sur les forêts](#), lors du Sommet sur le climat des Nations Unies de 2014. Un grand nombre de pays se sont engagés à restaurer leurs écosystèmes forestiers, <https://www.bonnchallenge.org/pledges>, en particulier un certain nombre de pays africains dans le cadre de l'AFR 100.

Le Partenariat mondial pour la restauration des forêts et des paysages (GPFLR) est un réseau mondial qui unit les gouvernements, les organisations, les instituts universitaires/de recherche, les communautés et les individus autour d'un objectif commun : restaurer les forêts perdues et dégradées du monde et leurs paysages

environnants. Le GPFLR répond directement au Défi de Bonn pour restaurer 350 millions d'hectares de terres déboisées et dégradées d'ici 2030.

Le GPFLR a été lancé en 2003 par un petit consortium d'organisations, dirigé par l'UICN. Son objectif est de catalyser les actions en partageant diverses expériences sur les efforts de restauration offrant des avantages effectifs aux communautés locales et à la nature grâce à une approche paysagère, tout en respectant les engagements internationaux sur les forêts.

L'**AFR100** est une initiative lancée en 2015 par des pays africains visant à la restauration d'ici 2030 des paysages forestiers africains à hauteur de 100 millions d'hectares de terres. L'AFR100 contribue aussi au Défi de Bonn, à l'Agenda 2063 de l'Union africaine, aux Objectifs de développement durable.

Depuis son lancement en 2015, l'AFR100 a obtenu des engagements politiques dans la région et défini des stratégies de restauration. Actuellement, l'initiative se concentre sur la mise en œuvre de plans d'action et de systèmes de surveillance de la restauration des paysages forestiers, ainsi que sur l'augmentation des investissements privés pour la restauration.



Plantations forestières en paysage de savane arborée, Lataha, nord Cote d'Ivoire © D. Louppe

One trillion tree initiative : Trillion Trees a été créé en 2016 par trois grandes organisations de conservation, BirdLife International, Wildlife Conservation Society et WWF, ayant décidé d'unir leur expertise, leurs données et leurs réseaux mondiaux pour accélérer la protection et la restauration des forêts. La campagne s'inscrit dans la continuité des activités de la précédente campagne du milliard d'arbres, initiée par Wangari Maathai, qui a fondé le Mouvement de la ceinture verte en Afrique en 1977. Diverses organisations internationales, institutions et gouvernements se sont inscrits dans la logique de l'initiative Trillion Trees et ses projets connexes.

<https://trilliontreesinitiative.com/> <https://trilliontrees.org/>

Trillion trees campaign <https://www.trilliontreecampaign.org/> est aussi un « hébergeur » pour de nombreux projets de plantations forestières, de tailles et d'intérêts très diversifiés, supervisés par « Plant-for-the-Planet ».

Le Forum économique mondial, tenu à Davos en 2020, a annoncé la création de la plate-forme de l'initiative One Trillion Trees pour soutenir la Décennie des Nations Unies pour la restauration des écosystèmes (2020-2030), dirigée par le PNUE et la FAO. Cet événement avait été marqué par la participation au Forum de Donald Trump, président des États-Unis, ayant annoncé que le gouvernement des États-Unis s'engagerait dans l'initiative. La commission européenne a produit en juillet 2021 un document de travail intitulé « The 3 Billion Trees Planting Pledge For 2030 » visant à confirmer la stratégie européenne en accompagnement de ces dynamiques.

La Grande muraille verte <http://www.grandemurailleverte.org/> s'affiche comme le programme phare du continent africain pour combattre les changements climatiques et la désertification et lutter contre l'insécurité alimentaire et la pauvreté. Elle vise à transformer les vies de millions de personnes par la création d'une vaste mosaïque de paysages verts et productifs à travers l'Afrique du Nord, le Sahel et la Corne de l'Afrique. Adoptée par l'Union africaine en 2007, l'Initiative de la Grande muraille verte pour le Sahara et le Sahel rassemble plus de 20 pays africains ainsi que des organisations internationales, des instituts de recherche, la société civile et des organisations communautaires. L'idée initiale d'un mur d'arbres pour retenir le désert a laissé place à la vision d'une mosaïque de pratiques durables d'utilisation des terres. La zone d'emprise de la Grande muraille verte concerne plus de 200 millions de personnes et couvre une superficie de plus de 700 millions d'hectares de zones arides et semi-arides autour du Sahara. 10 millions d'hectares devraient être restaurés chaque année d'ici 2030. Les résultats obtenus sur le terrain comme l'avancée des projets sont assez variables, comme l'ont montré les évaluations réalisées sur la mise en œuvre de cette initiative.

Le WWF a lancé en 2007 le « **New Generation Plantation** » (NGP), initiative visant à renforcer les interactions entre les multiples acteurs concernés par le développement et la gestion des plantations forestières, y compris des gouvernements et des entreprises. NGP évolue en tant qu'écosystème de collaboration rassemblant une communauté de personnes et d'organisations de la société civile, des secteurs privé et public et du milieu universitaire, pour développer des solutions qui peuvent aider à transformer les paysages et avoir un plus grand impact là où cela compte le plus. Cette initiative est gérée sous le couvert du programme « Forest forwards », et peut fournir un appui aux demandeurs pour les aider au développement de stratégies adaptées pour le développement de plantations forestières.

Plantations et valorisation des services écosystémiques

Les services fournis par les forêts sont bien connus, services d'approvisionnement (*bois, nourriture, ...*), services de régulation (*climat, eau, maladies, ...*), services culturels (*spirituels, récréation, ...*), services d'appui (*cycles des nutriments, ...*). Ces services sont très variables suivant la nature des forêts, les plantations forestières fournissant en général une diversité de services moindre que les forêts « naturelles ».

Comme souligné par Alain Karsenty (*séminaire Cirad PSE, novembre 2021*), il faut différencier ce qui est services écosystémiques (*fonction d'un écosystème dont l'utilisation permet de retirer un intérêt pour la société, ou certains de ses membres*) et services environnementaux (*action ou mode de gestion d'un acteur qui améliore l'état de l'environnement en permettant l'augmentation d'un service écosystémique*).

Différentes modalités de valorisation des services écosystémiques fournis par les forêts et plantations existent, nous présenterons plus particulièrement les PSE, les crédits carbone, les mécanismes de certification et les systèmes de « compensation ».

Les **paiements pour services environnementaux** (PSE) visent à rémunérer les pratiques ayant un impact positif sur les services écosystémiques fournis par les forêts, et s'adressent aux acteurs qui ont des droits sur les espaces dont ils sont usagers, et dont les pratiques ont un impact direct sur ces services. Les PSE peuvent rémunérer des restrictions d'usages, ou peuvent rémunérer un investissement, comme le temps de travail fourni par un agriculteur pour réaliser des plantations sur ses terres. Ce sont des accords de rémunération sans recours à des marchés, les payeurs étant les bénéficiaires, directement ou via des intermédiaires.

L'allocation de crédits carbone est un autre mécanisme de rémunération d'un service écosystémique spécifique, le stockage de carbone par les plantations. Un crédit-carbone (*ou URCE pour « unité de réduction certifiée des émissions »*) correspond à l'émission d'une tonne d'équivalent dioxyde de carbone, mise sur le marché du carbone, ces crédits ayant été créés dans le cadre du protocole de Kyoto. Les prix du carbone recensés au 1er octobre 2021 oscillent entre 1 dollar US et 142 dollars US par tonne de CO₂eq, suivant les pays, ce qui montre la complexité de ces mécanismes. Cependant, plus de 46 % des émissions régulées par une tarification du carbone

sont couvertes par un prix inférieur à 10 dollars US. Le consensus scientifique international estime que le plein effet d'incitation de ces mécanismes est atteint pour des prix entre 40 et 80 dollars US par tonne de CO2 en 2020 (*IACE 2021 ; Stern-Stiglitz, 2016*)

L'étude sur les « incitations fiscales et non fiscales à la gestion durable des forêts (*Série technique OIBT N° 48, avril 2021, Karsenty*) présente la diversité de ces incitations, en particulier dans le cadre de la mise en place des projets de type REDD +.

Les **mécanismes de certification forestière**, initialement conçus plutôt pour certifier la bonne gestion des forêts naturelles, ont ensuite été largement développés pour les plantations. Deux standards dominent le marché, le FSC et le PEFC, qui n'intègrent pas en tant que tels dans leurs indicateurs les fonctions environnementales des forêts et en particulier le volet « carbone ».

Le FSC (*Forest Stewardship Council*) est devenu un acteur majeur de la certification des plantations forestières, reconnaissant leur intérêt social, économique et environnemental lorsqu'elles sont mises en place et gérées dans de bonnes conditions. Des surfaces importantes de plantations – y compris de grandes plantations d'eucalyptus comme au Brésil – sont ainsi certifiées par le FSC : près de 85 % du million et demi d'ha de plantations en Afrique du Sud sont ainsi certifiées par le FSC.

Le PEFC (*Programme for the Endorsement of Forest Certification*), est une organisation mondiale qui promeut la gestion durable des forêts grâce à la certification forestière et à l'étiquetage des produits forestiers. Le PEFC a développé des lignes directrices pour l'interprétation des exigences dans le cas des plantations forestières, et également dans le cas des arbres hors forêts.

Le stockage du carbone n'est pas encore intégré dans ces approches de certification, mais des propositions se développent, comme la HCSA (High Carbone Stock Approach), présentée lors de la COP 26 comme une des innovations d'aide à la décision d'aménagement du territoire intégrant la dimension « carbone ». Les discussions en cours aux niveaux français et européen sur la lutte contre la « déforestation importée » pourraient faire évoluer la certification forestière, avec la question de l'intégration de la dimension « carbone » dans les processus de certification.

Les plantations forestières, outil de compensation carbone ?

Les plantations sont devenues un argument majeur de communication et de stratégie de RSE (*Responsabilité sociale et environnementale*) pour des entreprises souhaitant « compenser » leur empreinte carbone ou « agir pour la planète ».

De très nombreuses entreprises, de secteurs et tailles très diversifiés (*banques, transports, tourisme, assurance, matériaux, agroalimentaire, ...*) se proposent et proposent à leurs clients de contribuer au financement de plantations forestières et agroforestières afin de compenser leur empreinte carbone. Elles proposent des simulateurs (*il en existe un grand nombre que l'on trouve facilement sur internet, basés sur l'alimentation, les transports sur route et en avion, le chauffage*) pour calculer son empreinte carbone, pour ensuite « compenser » ces émissions de carbone par des dons pour diverses actions, dont la réalisation de plantations forestières.

Les entreprises souhaitant compenser leurs émissions de CO2 passent par des mécanismes de financement et par des structures de statut variés (*ONGs, bureaux d'étude, entreprises de reboisement, brookers entre entreprises et opérateurs de plantations, ...*). Différentes entreprises, de création relativement récente (*comme Trip and tree ; Good planet ; Reforest'action ; Pur project ; Ecosia, ...*), proposent de faire l'interface entre financeurs (*entreprises, individus*) et les opérateurs de reboisement forestier ou agroforestier : il est ainsi proposé de contribuer à des reboisements villageois au Togo, à la restauration de mangroves au Sénégal, à des plantations agroforestières au Brésil, à des actions de sensibilisation en Inde,

Une analyse plus détaillée de ces mécanismes et de ces projets serait à conduire, afin de comprendre l'impact et la réelle valeur ajoutée (*environnementale, sociale, économique*) de tels mécanismes, en particulier lorsqu'il s'agit d'actions dans les pays du Sud ; on ne peut exclure les risques de « greenwashing », ni la possibilité pour les entreprises et les consommateurs (*en particulier ceux du Nord*) de se donner une bonne conscience environnementale, à moindre coût...

Nous présentons ci-après quelques exemples quelques entreprises françaises faisant appel aux plantations dans le cadre de leurs stratégies de « compensation carbone », et pouvant potentiellement permettre à celles-ci de bénéficier du label « Bas carbone » mis en place en France.

A titre d'exemple, la revue économique Challenge a publié en novembre 2021 un article intitulé « Compensation carbone: les entreprises se réconcilient avec la nature en plantant des arbres » dans lequel elle indique que « Axa vient ainsi d'annoncer un investissement d'1,5 milliard d'euros en faveur de la forêt, dont 500 millions pour des projets de reforestation. En France, Orange vient également de signer un partenariat avec l'Alliance forêts bois, la plus grande coopérative de forestiers française, pour planter des arbres dans une trentaine de sites un peu partout en France métropolitaine ».

Air France propose à ses voyageurs de calculer l'empreinte carbone de leurs vols, puis de financer la plantation d'arbres (*entre 2 et 25 €/arbre, un arbre stockant d'après le site « 100 kg de CO2 »*) dans différents pays, via son site « Trip and tree », en sélectionnant un projet (*en France, au Sénégal, au Togo, au Brésil, ...*), la réalisation des plantations étant sous traitée à des ONGs (*plutôt françaises*). Un examen rapide des projets indiqués montre une grande diversité et une très petite taille des projets présentés, la question de l'impact « carbone » effectif de tels projets se posant, au-delà de leur intérêt social ou économique espéré pour les acteurs impliqués.

Total et le groupe FRM (Forêt Ressources Management) ont signé en mars 2021 avec la République du Congo un partenariat pour une opération de boisement de grande ampleur : la plantation d'une nouvelle forêt de 40 000 hectares sur les plateaux Batéké, action s'inscrivant dans le cadre du PRONAR (*Programme National d'Afforestation et de Reboisement*) lancé en 2011.

La forêt plantée constituerait un puits de carbone de plus de 10 millions de tonnes de CO2 séquestrées sur 20 ans, qui seront certifiées sous les standards VCS (*Verified Carbon Standard*) et CCB (*Climate Community and Biodiversity*). L'opération financée par Total, inclut des cultures agroforestières développées avec les populations locales pour des productions agricoles et de bois énergie durable. A l'horizon 2040, l'exploitation devrait être traitée en futaie jardinée pour favoriser la régénération naturelle d'essences locales et alimenter Brazzaville et Kinshasa en sciages et contreplaqués.

Le groupe Peugeot a lancé en 1998 le projet « Puits de Carbone Forestier Peugeot-ONF », dans la suite du Protocole de Kyoto, expérience de reboisement sur la Fazenda São Nicolau, sur l'arc de déforestation de l'Amazonie brésilienne dans le Mato Grosso. D'une superficie totale de près de 10 000 ha, la propriété englobe plus de 7 000 ha de forêt préservée et 2 000 ha d'anciens pâturages, sur lesquels ont été plantés depuis 1999 près de 2000 ha de plantations d'espèces en grande majorité natives. Le projet vise à comprendre la dynamique de restauration des forêts tropicales et le rôle de celles-ci dans l'absorption et le stockage des gaz à effet de serre. Financé initialement par Peugeot et l'ONF (*Office National des Forêts*), puis avec l'appui du FFEM (*Fond français pour l'environnement mondial*) le projet est mis en œuvre par ONF Brasil, et intègre des composantes de recherche et de formation.

Les villes, nouveaux espaces de plantations forestières ?

L'arbre ayant été redécouvert par les urbanistes et certains édiles politiques, en particulier en France, les gestionnaires des villes veulent le faire rentrer dans la cité, après qu'il en ait souvent été « expulsé ».

Passons sur l'argument « stockage de carbone », qui ne présente pas d'intérêt vu les surfaces potentiellement concernées; les arbres peuvent par contre effectivement avoir, si plantés et gérés intelligemment (*choix des espèces, des lieux, de l'assemblage, de la gestion, ...*), un réel intérêt à la fois microclimatique (*ombrage,*

évapotranspiration, ...) et « sociétal » (*ressenti, effets psychologiques, ...*), comme cela est montré dans diverses études. Les nombreux villages du Sud de la France dans lesquels les platanes sont toujours présents, malgré les attaques de champignons et insectes, montrent bien l'intérêt et l'intégration des arbres « urbains ».

On a également vu apparaître le nouveau concept des plantations de forêts « Miyawaki » (*plantations très denses d'un grand nombre d'espèces, sur une très petite surface, quelques centaines d'arbres sur quelques centaines de m² ...*) dans plusieurs villes en France. Au-delà des effets d'image et d'affichage, on peut se poser la question du devenir d'ici quelques décennies ce qu'il adviendra de ce type de plantations.

L'arbre est présent dans de nombreuses villes des pays du Sud, comme l'avait montré une étude menée il y a une vingtaine d'années sur la place et les fonctions de l'arbre dans plusieurs grandes villes Ouest Africaines (*Abidjan, Ouagadougou*) ; il est toutefois à craindre que les évolutions démographiques et urbanistiques n'aient un impact négatif sur ces peuplements arborés.

Les plantations forestières sont-elles des forêts ?

Les débats sur ce thème ont pris de l'ampleur en août 2021, avec plusieurs tribunes médiatiques, dont celle du professeur Hallé, botaniste et écologue des forêts tropicales, (*« Ne prenons plus les plantations d'arbres pour des forêts »*), et de diverses ONGs environnementales, estimant que les plantations forestières ne présentent les « attributs » des forêts, en matière de services écosystémiques et de biodiversité. Une réponse clairement argumentée de scientifiques de l'INRAE a fait le point à ce sujet, confirmant que « Les forêts de plantation possèdent la plupart des attributs des forêts dites naturelles ».

Ayant trainé mes guêtres – ou plutôt mes Pataugas – dans une grande diversité de plantations en Afrique, en Asie, en Amérique Latine, en France Outre-mer, je peux le confirmer : oui, les plantations forestières sont bien des forêts ! Ces plantations sont d'une très grande diversité et il existe tout un continuum allant des forêts « naturelles » enrichies par plantations, aux plantations paysannes mélangeant diverses espèces locales comme introduites, et à l'extrême aux plantations industrielles mono-spécifiques clonales d'eucalyptus ; c'est cette diversité qui est « oubliée » par les pourfendeurs des plantations, ne voulant voir que les plantations monoclonales industrielles d'eucalyptus.



Plantations sylvopastorales - Paragominas, Brésil © B.Mallet

Chaque type de plantations vise ainsi à répondre autant que possible à des objectifs sociaux, environnementaux et économiques spécifiques aux acteurs concernés.

Cette focalisation sur les fonctions de « séquestration du carbone » des plantations ne doit pas faire oublier les autres interactions environnementales entre les plantations – dans leur très grande diversité- et leur environnement biophysique. Les nombreuses recherches et études menées sur ces volets font ressortir que ce ne sont pas les espèces plantées en tant que telles qui posent question ou problèmes, mais plutôt les modalités d'implantation et de gestion des plantations, y compris sur les dimensions sociales et économiques.

Les plantations sont parfois accusées par certaines ONGs d'assécher les sols et les nappes phréatiques, d'être des « déserts verts », voire d'être invasives au sein des écosystèmes naturels. Elles ont aussi été attaquées – parfois avec raison – pour avoir été mises en place après la défriche d'écosystèmes naturels, y compris de forêts denses, ou avec des déplacements de populations. Bien d'autres spéculations, comme le soja et la bétail au Brésil, l'hévéa et le palmier à huile en Asie, le cacao en Afrique, sont également accusées des mêmes maux, et sont ainsi la cible de la stratégie européenne et française de lutte contre la déforestation importée .

Ces critiques sont adressées plus particulièrement aux plantations mono spécifiques, voire clonales, d'essences à croissance rapide comme certaines espèces d'eucalyptus et d'acacia australiens. De telles plantations, comme les grandes plantations papetières que l'on trouve au Brésil ou en Indonésie et avec lesquelles j'ai été amené à travailler, sont toutefois plantées pour produire de la biomasse de façon intensive en maximisant leur productivité, dans le cadre de stratégies industrielles. Créées pour certaines sur des défriches forestières, elles sont maintenant en général certifiées (FSC), et intégrées dans des stratégies d'aménagement du territoire intégrant des zones de protection et de conservation.

Les mêmes critiques que celles faites aux plantations intensives d'espèces forestières à croissance rapide pourraient être adressées à d'autres spéculations dont il est attendu une production de biomasse importante, comme le maïs, la canne à sucre, le palmier à huile, voire aux champs de blé de la Beauce, issus eux aussi de défriches forestières (*effectuées toutefois il y a près de mille ans !*).

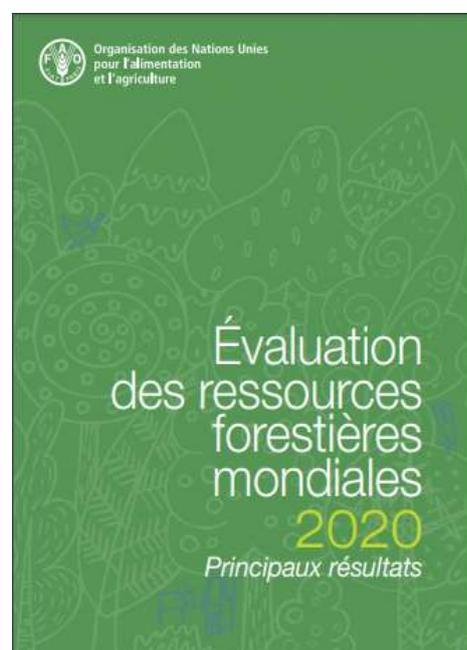
Les impacts environnementaux des plantations forestières à vocation de production intensive de biomasse devraient donc logiquement être plutôt comparés à ceux de spéculations comme la canne à sucre ou le maïs, l'hévéa ou le palmier à huile, et non pas par rapport aux forêts « naturelles ».

Les plantations forestières dans le monde

Les forestiers n'ont heureusement pas attendu tous ces débats pour mettre en place des programmes de reboisements, et répondre ainsi aux besoins des pays et des populations. Des plantations ont ainsi été installées dans la plupart des pays de tous les continents. Les plantations forestières ont été et sont réalisées avec des objectifs très diversifiés (*bois, gomme, foin, fruits, protection des sols, mais aussi affichage ou message politique, ...*) par des acteurs multiples (*états, entreprises, investisseurs, villages, particuliers, ONGs, ...*) et avec des résultats très variables.

Nous rappellerons ci-après quelques données générales sur les plantations forestières dans le monde, en nous basant sur les données du rapport FAO d'évaluation des ressources forestières mondiales 2020, rapport basé principalement sur les informations fournies par les pays.

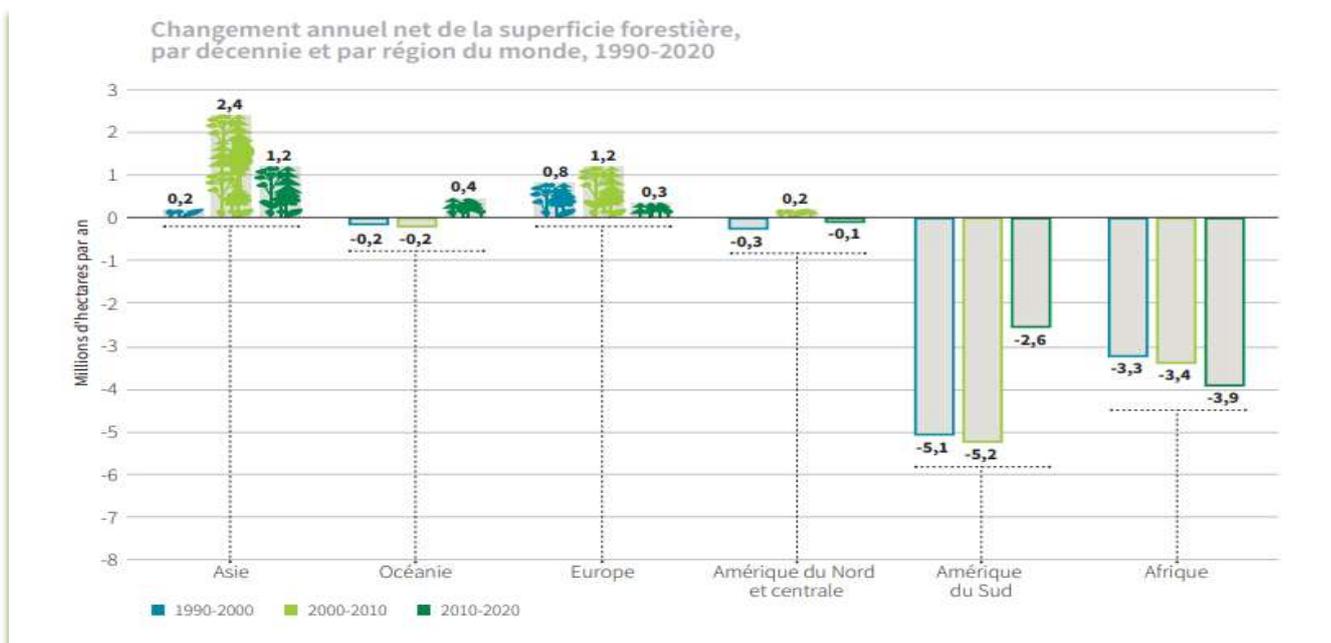
Nous rappellerons ci-après quelques données générales sur les plantations forestières dans le monde, en nous basant sur les données actualisées de la FAO : le rapport d'évaluation des ressources forestières mondiales 2020. Le rapport de la FAO est basé principalement sur les informations fournies par les pays ; ces données, globales comme nationales, sont parfois critiquées, sur les surfaces forestières indiquées les taux de déforestation, les niveaux de dégradation, mais le rapport de la FAO reste une base sérieuse, fiable et légitime pour les données forestières globales.



D'autres organismes, internationaux et nationaux fournissent des informations complémentaires, sur les données de déforestation, d'incendies, ... (cf. UICN, WWF, WRI, Greenpeace, GFW, JRC, ...). Les données du GFR (*Global Forest Review*) du WRI (*World Resources Institute*) sont particulièrement intéressantes : <https://research.wri.org/gfr/forest-extent-indicators/forest-gain>.

Le GFR est un rapport en ligne fournissant des informations régulièrement actualisées sur l'état des forêts du monde. Contrairement aux rapports qui compilent des données statistiques communiquées par les gouvernements, le GFR s'appuie principalement sur des données géospatiales à l'échelle mondiale dérivées de l'analyse d'images satellitaires. Cette approche du suivi forestier se présente comme une approche spatialement explicite (*données satellites avec une résolution de 30 mètres ou moins*), actualisée très fréquemment, et globalement cohérente avec les autres bases de données, en particulier celles de la FAO. Le GFR a précisé sa méthodologie relative aux plantations et ses résultats dans le document « Spatial database of planted trees » (SDPT Version 1.0) » édité en 2019.

Le rapport de la FAO indique une surface forestière mondiale de plus de 4 milliards d'hectares, avec une augmentation nette des surfaces forestières en Asie et en Europe, une stabilité en Océanie et en Amérique du Nord et centrale, et une perte globale de surfaces forestières en Amérique du Sud et en Afrique, avec une accélération de cette diminution en Afrique. Cette situation est très variable entre pays au sein des continents.



La définition de ce qu'est une forêt est un sujet de discussion en soi, comme cela est ressorti des discussions en France sur la déforestation importée et de l'étude menée par le Cifor et le Cirad. Nous nous baserons sur la définition de la FAO.

Les définitions par la FAO de ce que sont les forêts plantées, les forêts de plantation, les boisements et reboisements sont également indiquées dans le tableau ci-dessous.

Termes et définitions / FAO / GFRA 2020 (le détail de ces définitions avec les nombreuses notes explicatives est disponible dans le rapport FRA 2020 de la FAO)

FORÊTS : Terres occupant une superficie de plus de 0,5 hectares avec des arbres atteignant une hauteur supérieure à 5 mètres et un couvert forestier de plus de 10 pour cent, ou avec des arbres capables d'atteindre ces seuils *in situ*. Sont exclues les terres à vocation agricole ou urbaine prédominante.

FORÊT NATURELLEMENT RÉGÉNÉRÉE : Forêt à prédominance d'arbres établis par régénération naturelle.

FORÊT PLANTÉE : Forêt à prédominance d'arbres établis par plantation et/ou par semis délibéré.

FORÊT DE PLANTATION : Forêt plantée soumise à une gestion intensive et qui réunit TOUS les critères suivants au moment de la plantation et de la maturité du peuplement: une ou deux espèces, structure équiennne, et intervalles réguliers.

BOISEMENT (sous-catégorie d'EXPANSION DE LA FORÊT) : Établissement d'une forêt par plantation et/ou semis délibéré sur des terres qui, jusque-là, étaient affectées à des utilisations différentes; implique une conversion de la terre de non-forêt à forêt.

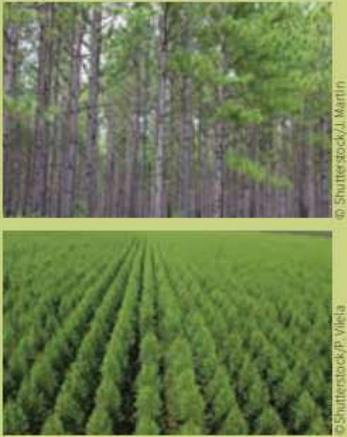
REBOISEMENT : Rétablissement d'une forêt par plantation et/ou semis délibéré sur des terres classifiées comme forêt.

ESPÈCE D'ARBRE INDIGÈNE : Une espèce arborescente se manifestant à l'intérieur de son aire de répartition naturelle (passé ou présente) et de dispersion potentielle (c'est à dire, à l'intérieur de son aire de répartition naturelle ou de celle qu'elle pourrait occuper sans une introduction ou une intervention humaine directe ou indirecte).

ESPÈCE D'ARBRE INTRODUITE : Une espèce arborescente se manifestant à l'extérieur de son aire de répartition naturelle (passée ou présente) et de dispersion potentielle (c'est à dire, à l'extérieur de son aire de répartition naturelle ou de celle qu'elle pourrait occuper sans une introduction ou une intervention humaine directe ou indirecte).

Les forêts plantées ne couvrent qu'une petite part des forêts mondiales : sur la base des informations reçues par la FAO sur la superficie des forêts plantées (*intégrant* « forêts de plantations » et « autres forêts plantées », cf. *tableau ci-dessous*) en 2020 de 219 pays et territoires, la superficie totale des **forêts plantées** dans le monde est estimée à **294 millions d'hectares, soit 7 pour cent de la superficie forestière mondiale.**

FORÊTS PLANTÉES
Forêt composée principalement d'arbres établis par plantations et/ou par semis délibérés.

FORÊTS DE PLANTATIONS	AUTRES FORÊTS PLANTÉES
<p>Forêts plantées gérées de manière intensive et réunissant tous les critères suivants au moment de la plantation et de la maturité du peuplement: une ou deux espèces, structure équiennne, et intervalles réguliers. Les forêts de plantations sont établies pour la production de bois d'œuvre, de fibres, d'énergie et de produits forestiers non ligneux. Les forêts de plantations principalement composées d'espèces introduites constituent une sous-catégorie des forêts de plantations.</p>	<p>Forêts plantées ne répondant pas aux critères des forêts de plantations et qui peuvent même ressembler à des forêts naturelles à maturité. Ces autres forêts plantées peuvent être établies à des fins telles que la restauration des écosystèmes, et la protection des sols et de l'eau.</p>
	

Parmi les régions, l'Asie compte la plus grande superficie de forêt plantée, soit 135 millions d'hectares (voir tableau 18). La plus grande part de la superficie totale de forêt occupée par des forêts plantées se trouve également en Asie, avec 22 pour cent; la proportion est de 7 pour cent en Europe (la deuxième région après l'Asie), bien qu'elle augmente à 30 pour cent si l'on exclut la Fédération de Russie. La part la plus faible de forêt plantée se trouve en Afrique et en Amérique du Sud (avec 2 pour cent chacune).

Les « forêts de plantation » sensu stricto couvrent environ 131 millions d'hectares, soit 3,2 pour cent de la superficie forestière mondiale et 45 pour cent de la superficie totale des forêts plantées. Les « forêts de plantation » sont gérées de manière intensive, composées d'une ou deux essences, équiennes, plantées à des intervalles réguliers, et établies principalement à des fins productives. Les autres forêts plantées, qui comptent pour 55 pour cent de toutes les forêts plantées, ne sont pas gérées de manière intensive et, lorsque le peuplement arrive à maturité, elles ressemblent plutôt à des forêts naturelles. Les autres forêts plantées peuvent servir à des fins telles que la restauration de l'écosystème et la protection de la qualité des sols ou de l'eau.

TABLERAU 20. Superficie de forêt plantée, par région et sous-région, 1990-2020

Région/sous-région	Superficie de forêt plantée (1 000 ha)			
	1990	2000	2010	2020
Afrique orientale et australe	6 161	6 214	6 758	7 139
Afrique du Nord	1 383	1 477	1 949	1 983
Afrique de l'Ouest et centrale	956	1 230	2 017	2 249
Total Afrique	8 500	8 921	10 624	11 370
Asie de l'Est	57 483	68 296	86 882	98 139
Asie du Sud et du Sud-Est	12 949	21 503	27 781	31 469
Asie de l'Ouest et centrale	3 757	4 206	4 976	5 621
Total Asie	74 188	94 007	119 640	135 230
Europe hors Fédération de Russie	41 743	46 572	52 080	55 004
Total Europe	54 394	61 932	71 693	73 884
Caribbes	479	501	731	851
Amérique centrale	74	133	267	391
Amérique du Nord	22 596	31 986	39 646	45 785
Total Amérique du Nord et centrale	23 149	32 621	40 645	47 027
Total Océanie	2 784	3 775	4 491	4 813
Total Amérique du Sud	7 046	9 406	14 866	20 245
MONDE	170 061	210 662	261 958	292 587

Au niveau mondial, 44 pour cent des plantations forestières présentent des espèces introduites. Il existe des différences considérables entre les régions: les plantations forestières d'Amérique centrale et du Nord sont principalement composées d'espèces indigènes; celles d'Amérique du Sud sont presque entièrement composées d'espèces introduites.

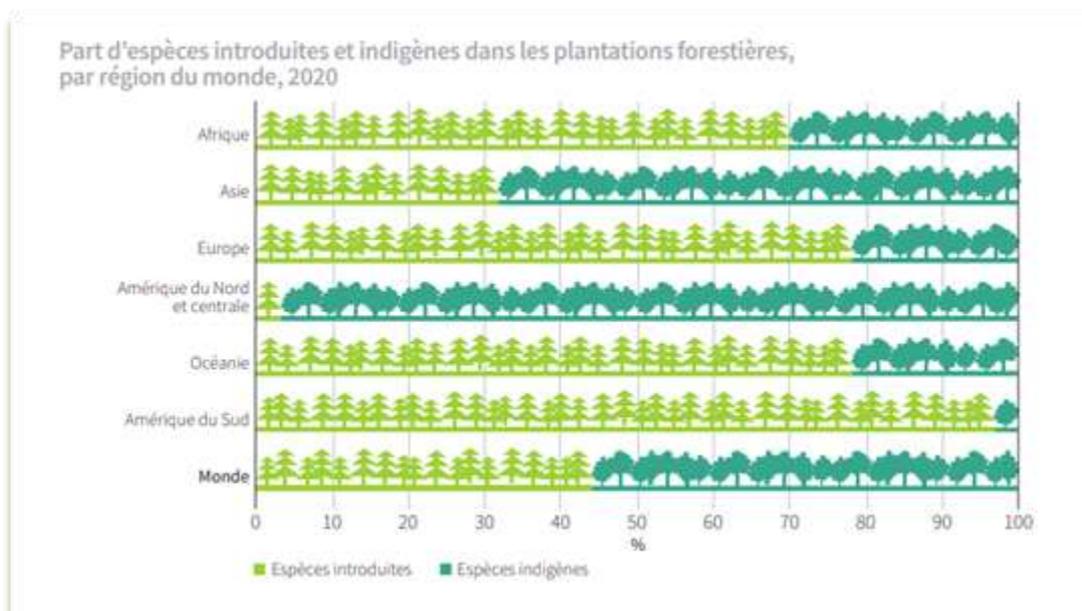
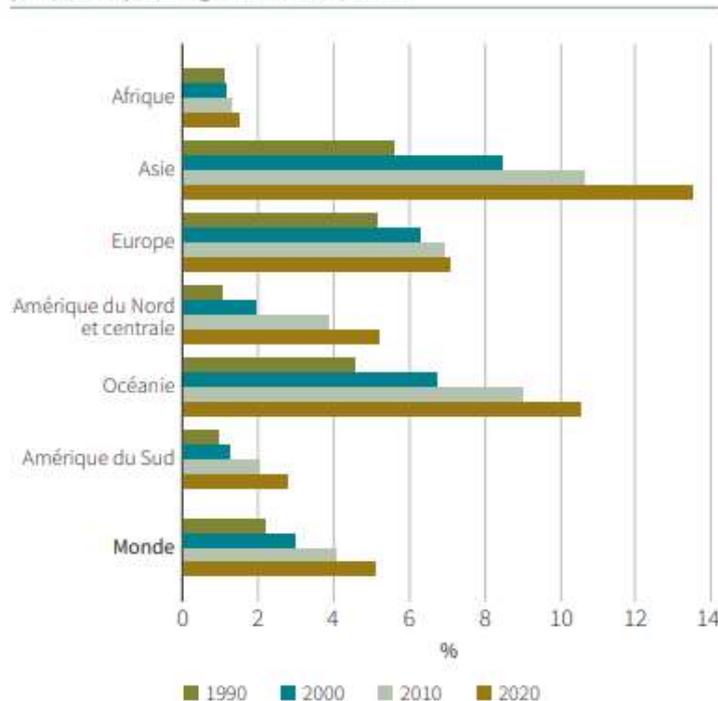


TABLEAU 22. Superficie de forêts de plantations et d'autres forêts plantées, par région et sous-région, 2020

Région/Sous-région	Superficie (1 000 ha)		
	Forêts de plantations	Autres forêts plantées	Total forêts plantées
Afrique orientale et australe	4 968	2 171	7 139
Afrique du Nord	1 241	741	1 983
Afrique de l'Ouest et centrale	1 469	800	2 269
Total Afrique	7 678	3 712	11 390
Asie de l'Est	48 994	49 144	98 139
Asie du Sud et du Sud-Est	26 631	4 839	31 469
Asie de l'Ouest et centrale	3 707	1 914	5 621
Total Asie	79 332	55 897	135 230
Europe hors Fédération de Russie	4 495	51 817	56 312
Total Europe	4 495	70 697	75 193
Caraïbes	716	135	851
Amérique centrale	356	35	391
Amérique du Nord	14 105	31 680	45 785
Total Amérique du Nord et centrale	15 177	31 850	47 027
Total Océanie	4 356	456	4 812
Total Amérique du Sud	20 099	145	20 245
MONDE	131 137	162 758	293 895

FIGURE 17. Proportion de matériel sur pied dans la forêt plantée, par région, 1990-2020



Un relativement petit nombre d'espèces forestières (*des genres eucalyptus, pins, acacias, teck, hvéa*) représentent une grande part (+/- 80%) des surfaces de plantations intensives en régions tropicales, comme souligné par l'OIBT (*Organisation internationale des bois tropicaux*) et la FAO. Mais ce sont des centaines d'espèces qui sont utilisées dans l'ensemble des plantations de par le monde.

Les eucalyptus restent le genre le plus planté en régions tropicales en raison de leur adaptabilité aux différentes conditions pédoclimatiques, de leur productivité élevée et de la forte demande en bois d'eucalyptus. Ils couvrent plus d'une vingtaine de millions d'hectares dans plus de 90 pays autour du monde avec de grands centres au Brésil (6 millions d'hectares), en Inde (4 millions d'hectares) et en Chine (4,5 millions d'hectares). Les eucalyptus sont largement cultivés dans les plantations commerciales pour produire des matières premières pour l'industrie (*pâte et papier, charbon industriel, bois de sciage, panneaux de bois*), comme au Brésil. Ils sont aussi très utilisés dans les petits boisements villageois ou paysans pour la production de bois de feu et de charbon de bois à usage domestique, comme à Madagascar, au Cameroun ou en Ethiopie.

Compte tenu de leur importance, les eucalyptus – de même que le teck – font l'objet de congrès spécifiques réguliers, le dernier congrès mondial ayant été organisé sous couvert de l'IUFRO (*Union internationale des organismes de recherche forestière*) en septembre 2018 à Montpellier, France, sur le thème « *Managing Eucalyptus plantations under global changes* ».



Plantations d'eucalyptus au Togo, région de Tsévié © C. Lebahy

La productivité en bois des plantations, et donc leur capacité de stockage de carbone, facteur majeur de l'effet « *mitigateur* » du climat des plantations forestières, est très variable suivant les espèces et les pratiques de gestion. Pour une espèce donnée, les gains de productivité liés à l'amélioration génétique peuvent être très élevés, comme cela a été le cas pour les eucalyptus. Les plantations d'eucalyptus génétiquement améliorés par croisements naturels (*mais pas « transgéniques »*) présentent des accroissements annuels moyens (AAM) pouvant aller jusqu'à 40 m³/ha/an, comme c'est le cas au Brésil. Les autres essences résineuses ou feuillues largement plantées peuvent atteindre des productivités de 10 à 15 m³/ha/an suivant les espèces et les durées de rotation, voire beaucoup moins pour nombre d'espèces, en particulier natives des régions de plantation.

A titre d'exemple, les forêts plantées au Brésil représentent moins de 2% des surfaces forestières du pays, mais produisent près de 90% du bois rond et près de 60% du bois énergie (*tout au moins pour la production légale...*) ! Les forêts naturelles fournissent bien sur nombre d'autres produits, comme l'acaï, la noix du Para, l'amande de Babaçu, ...

De multiples ouvrages, publications scientifiques, notes d'information, existent sur les plantations forestières, l'intérêt porté aux plantations ayant cru avec les préoccupations environnementales et climatiques, y compris dans les régions historiquement riches en forêts denses humides (*cf. ouvrage « Guide pratique des plantations d'arbres des forêts denses humides d'Afrique » édité en 2021 par l'université de Gembloux et présenté dans cette revue ci-après*).

L'exemple de la Côte d'Ivoire, pays avec lequel et pour lequel j'ai travaillé de nombreuses années, est à la fois un exemple et un condensé intéressant de l'histoire forestière en régions tropicales. Il est aussi révélateur de l'évolution des attentes relatives aux forêts et aux plantations, entre fonctions de production et enjeux environnementaux.

La Côte d'Ivoire a vu sa surface forestière diminuer drastiquement au cours des 60 dernières années (*de 12 à moins de 3,5 millions d'hectares*), du fait d'une exploitation forestière intense, d'une dynamique agricole très forte (*café, cacao, vivriers, ...*) en lien avec les dynamiques démographiques, enfin des contraintes vécues par le pays au cours des deux décennies écoulées qui ont vu la surface forestière diminuer de près de 50% durant cette période. Les premières plantations avaient été réalisées par l'administration forestière dès les années 1930, soucieuse de maintenir le patrimoine forestier, avec des enrichissements des forêts exploitées par des plantations en layons d'espèces ivoiriennes (*niangon, sipo, acajou, framiré*). Avec la forte réduction des surfaces forestières et de la production de bois de grande valeur (*méliacées*), les enjeux de restauration forestière et de plantations sont progressivement devenus critiques pour le pays. La SODEFOR (*Société de Développement Forestier*) a été créée en 1966 et a développé conjointement des actions pour les forêts naturelles et pour le développement de plantations.

Des dispositifs d'étude de la dynamique des forêts naturelles avaient été installés à la fin des années 1970, avec l'appui du CTFT, afin de mieux connaître l'effet des pratiques de gestion (*exploitation, éclaircies*) sur la dynamique des peuplements forestiers et de définir des règles d'aménagement et de gestion durable des forêts humides. En parallèle, plus d'une centaine de milliers d'hectares ont été plantés sur défriches de forêts surexploitées avec à la fois des espèces locales (*fraké, framiré, samba, acajous, sipo, niangon*) et introduites (*teck, gméline, cordia, cedrela, okoumé*).



Dispositif de recherches sur les plantations - Cnra Sodefor - Côte d'Ivoire © B. Mallet

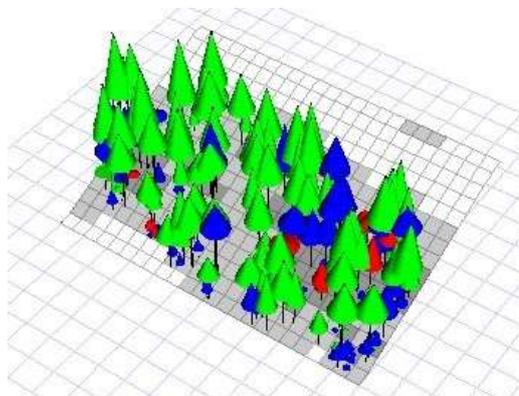
Des dispositifs de recherche en sylviculture (*densités de plantation, régimes d'éclaircies, ...*) et en amélioration génétique (*essais comparatifs de provenances, de descendances, vergers à graines, essais clonaux*) ont été mis en place conjointement par la recherche, CTFT (*Centre Technique Forestier Tropical*) puis CNRA (*Centre National de Recherche Agronomique*), et le développement (SODEFOR) pour accompagner le développement de ces plantations. Des plantations expérimentales, pour la production de pâte à papier (*projet ensuite abandonné*), puis la production de bois énergie (*bois de feu et charbon de bois*), ont été développées dans les années 1970/1980 avec des espèces à croissance « rapide » comme les eucalyptus et les acacias (*acacia mangium et a. auriculiformis*).

Dans un souci de prise en compte de la biodiversité des espèces ivoiriennes, des dispositifs d'étude du comportement ont été installés dans les années 80 avec plus d'une centaine d'espèces forestières et agroforestières, essentiellement ivoiriennes, en régions forestières comme en région de savane.



Station de recherche en agroforesterie de Lataha-Korhogo – nord Côte d'Ivoire © C.Lebahy

Enfin, des dispositifs d'étude de plantations mélangées ont été récemment installés dans le cadre du projet « MixForChange » ; ce dernier va plus particulièrement mesurer la séquestration du carbone dans le sol et la biomasse des arbres de différents mélanges d'espèces et monocultures d'arbres, dans le cadre du réseau international TreeDivNet, concernant les zones tempérée, boréale et tropicale.



Modélisation CAPSIS de peuplement mélangé

Les enjeux agroforestiers ont été pris en compte dès les années 1980, avec (i) des actions d'enrichissement des jachères en espèces légumineuses (*acacias mangium* et *auriculiformis*, valorisables en charbon et bois de feu, en particulier en périphérie des grandes villes comme Abidjan), (ii) des plantation d'espèces forestières dans les plantations de cacao (combinant enjeux environnementaux et enjeux économiques majeurs pour le pays), et (iii) des plantations forestières et fruitières (*karité*, *anacardier*) et d'embocagement en régions de savane.



Plantations d'acacias (1 an après plantation) sur la station CIRAD de Lataha – nord Côte d'Ivoire © C. Lebahy



Plantaion de haies bocagères en pays sénoufo - nord Côte d'Ivoire © C. Lebahy

Au-delà des plantations publiques, réalisées par la SODEFOR, des plantations privées ont été développées à partir des années 1990, du fait de l'obligation pour les exploitants forestiers de contribuer au reboisement du pays, et du développement de plantations paysannes et villageoises.

L'état ivoirien s'est engagé de façon volontariste sur une stratégie de restauration forestières, en relation avec les initiatives REDD +, AFR100. Dans le cadre de ses « Contributions prévues déterminées au niveau national » de lutte contre le changement climatique, la Côte d'Ivoire prévoit entre autres (i) la mise en place d'un système d'incitation de type paiement pour service environnementaux (PSE) afin encourager le reboisement villageois et la conservation des forêts naturelles dans le domaine rural et (ii) le reboisement avec des essences à croissance rapide à vocation bois énergie.

Une nouvelle loi portant code forestier est entrée en vigueur en juillet 2019, qui prend en compte les engagements internationaux du pays en matière de préservation de l'environnement, de lutte contre le changement climatique ainsi que la nécessité de poursuivre le développement socio-économique du pays, à travers les secteurs de l'agriculture et de l'industrie du bois. Cette politique forestière a été traduite en une Stratégie de Préservation, de Réhabilitation et d'Extension des Forêts (SPREF), visant un taux de couverture forestière nationale à 20% à l'horizon 2045.



Pépinière SODEFOR d'espèces ivoiriennes, - La Téné, Côte d'Ivoire © Photo B. Mallet

Malgré et du fait de la disparition rapide d'une grande partie de sa forêt, la Côte d'Ivoire a donc été engagée dans près d'un siècle d'interventions volontaristes pour contribuer à reconstituer le patrimoine forestier, à la fois dans sa dimension environnementale et au service du développement économique du pays et de sa population. Il faut espérer que les moyens puissent accompagner cette volonté et se traduire comme proposé par une restauration effective du patrimoine forestier et une réelle dynamique agroforestière.

Forêts naturelles et plantations forestières, complémentarité et non pas opposition

Il n'y a pas lieu d'opposer conservation des écosystèmes forestiers naturels, gestion durable des forêts à vocation de production, restauration des écosystèmes dégradés et réalisation de plantations, bien au contraire. Ce sont là des modalités d'intervention complémentaires, qui répondent aux attentes et aux besoins des pays et de leurs populations, comme à la diversité des situations.



Pépinière de bouturage, CR2PI, Congo © B.Mallet

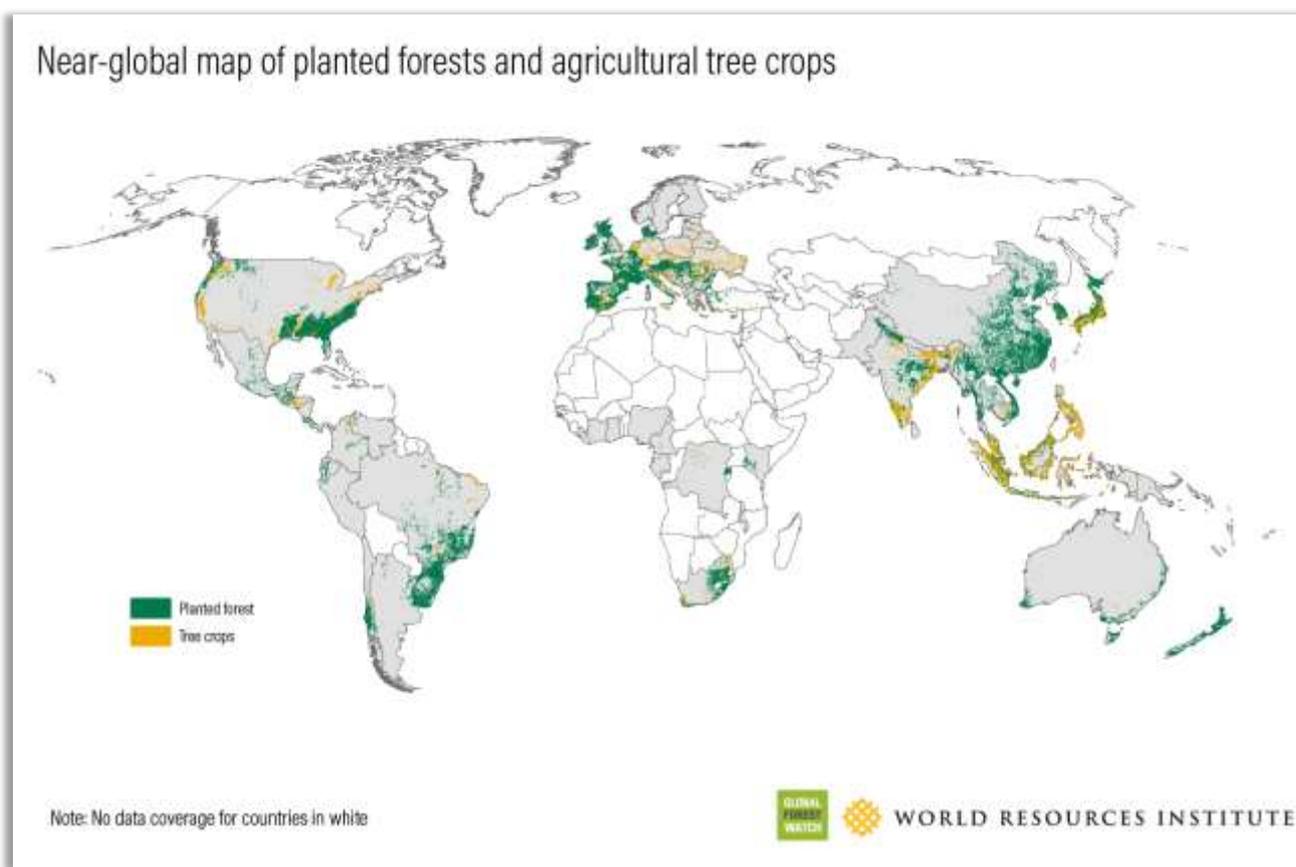
Il n'y a pas non plus d'opposition entre les forêts « naturelles », qui seraient parées de toutes les vertus environnementales, et les plantations, ces dernières pouvant combiner production et fonctions écosystémiques, et être mises en place et gérées avec souplesse pour répondre aux besoins.

Les questions se posant pour les plantations relèvent plutôt des contextes d'installation, de leurs pratiques de gestion et de leurs finalités, aux niveaux sociaux, environnementaux et économiques.

La réalité du terrain est bien connue par les gestionnaires forestiers, œuvrant le plus souvent dans la discrétion ; elle l'est souvent moins par celles et ceux qui rêvent la forêt au prisme de visions « hors sol ». Il existe tout un continuum entre les différents statuts forestiers. Forêts primaires, forêts gérées durablement, forêts sur exploitées, formations sylvopastorales, forêts secondaires, formations forestières restaurée, peuplements agroforestiers multistrates, plantations mélangées, plantations monospécifiques intensives. Chacun de ces états forestiers contribue avec une valence plus ou moins marquée à la production de bois et autres produits, à la fourniture de services écosystémiques locaux ou globaux, à la contribution au développement social et économique.

Les plantations forestières ont ainsi cette capacité à répondre à des objectifs de production (*bois de pâte, bois énergie, bois d'œuvre et de service, biomatériaux, gommés, ...*) tout en pouvant jouer un rôle majeur au niveau climatique, facteur qui peut changer la donne. Ces fonctions doivent pouvoir être optimisées et reconnues, par la fourniture et la vente de produits ou la valorisation de services, et sont complémentaires des fonctions attendues des formations naturelles.

Cette complémentarité et cette ré-conciliation entre écosystèmes « naturels » et formations fortement anthropisées, peut être organisé à différents niveaux spatiaux, en combinant des forêts naturelles gérées pour la conservation et une production « à forte valeur ajoutée » (*bois précieux et bioproduits, faune et flore, services écosystémiques, ...*), des plantations fournissant une forte biomasse (*bois, pâte, énergie, MDF, ...stockage du carbone*) sur des surfaces restreintes, et des systèmes agroforestiers et sylvopastoraux adaptés aux contraintes et attentes des populations, et en particulier du monde rural.



Pour conclure, oui, les plantations forestières ont, dans leur grande diversité et comme toutes les forêts, un rôle majeur à jouer comme pourvoyeur de services écosystémiques, ce qui est connu et reconnu depuis longtemps.

Un « nouveau » rôle est alloué depuis deux décennies aux plantations : lutter contre le changement climatique en absorbant le gaz carbonique atmosphérique et en le transformant en biomasse ligneuse. Elles doivent ainsi contribuer aux objectifs nationaux et internationaux définis lors des « Accords de Paris », et précisés lors de la « COP26 ».

Mais la réalisation de plantations doit aussi – et devrait d’abord - répondre à des objectifs et à des attentes sociales et économiques, en particulier par la fourniture de produits ligneux et non ligneux. Les services écosystémiques devraient alors être considérées comme un « plus » - qui devrait pouvoir être rémunéré - et non pas comme un objectif premier.

La réussite – sociale, économique, environnementale - des plantations, suppose l’intérêt et l’adhésion des acteurs et des populations concernés et impliqués, et c’est bien en combinant – et dans le bon ordre ...- enjeux sociaux et économiques, et environnementaux, que ces derniers pourront être réellement effectifs et valorisés.

Références :

Eucalyptus in Ethiopia Risk or Opportunity? Mesfin Abebe Wubalem Tadesse - Ethiopian Institute of Agricultural Research Eucalyptus in Ethiopia Risk or Opportunity? ©EIAR, 2014

Il n'y aura pas de guerre de l'Eucalyptus à Madagascar. Aubréville, A. 1953. Bois et Forêts des Tropiques.

L'expérience de l'enrichissement par layons en Côte d'Ivoire – Aubréville A, 1953 - Bois et forêts des tropiques.

Plantations industrielles et agroforesterie au service des populations des plateaux Batéké, Mampu, en République démocratique du Congo. F. Bisiaux, R. Peltier, J.C. Muliele BFT 2009

Plantations mélangées en forêt dense humide ivoirienne ; Bernard Dupuy, BFT, 1995.

Les forêts plantées dans l'aménagement du territoire Le cas des plantations en République du Congo. Congo Basin Biosphere Bio-Carbon Forum. Aubin Saya & al, 2018.

Les plantations à vocation de bois d'œuvre en Afrique intertropicale humide. Dupuy et Mille, 1991- FAO, CTFT,

Production and carbon allocation in clonal Eucalyptus plantations under different planting spacings, R. Gleice Gomes, L. Duque Silva, Y. Nouvellon 2021. Forest Ecology and Management,

Modelling carbon and water balance of Eucalyptus plantations at regional scale: Effect of climate, soil and genotypes. A. Ahmed, Y. Nouvellon & al 2019. Forest Ecology and Management.

Déployer la grande muraille verte africaine – restaurer les terres arides dégradées pour rendre les communautés plus résilients – FAO 2018

Plantations de bois d'œuvre – enseignements tirés des études de faisabilité de deux projets d'entreprise. ATIBT - Cirad ; ONF I - Octobre 2020:

Relevance of secondary tropical forest for productive landscape restoration – M.A. Ngo Bieng – Cirad / Catie- IUFRO World Day Septembre 2021

Resilient planted forest serving society and bioeconomy – Plantation forest impact and potential in Europe - IUFRO World day – C. Orazio, EFI, septembre 2021

Les invasions biologiques à Madagascar – y a-t-il de bons envahisseurs ? 4 décembre 2019. Rajaonarivelo & al.

The global tree restoration potential – J.F Bastin, T.H. Crowther & al. Science 2019- Vol 365,

Multidimensional tropical forest recovery ; L. Poorter, B. Herault & al ; Science 2021.

Nouvelles perspectives pour les plantations forestières en Afrique centrale- J.N. Marien, B. Mallet, BFT 2004

Mixed timber plantations and their potential role in innovative production systems for forest restoration: Lessons from Latin America, Sub-Saharan Africa and Asia/Pacific ; A. Lopez-Sampson, H. Barral, M. Chesnes - 2020

FSC® and Plantations - FSC's position on plantations – Décembre 2012 – Forest Stewardship council

Can tree planting save our planet , Digital forum, september 2020, Cifor - Icrif ;

Principes de base pour une plantation d'arbres réussie, Cifor-Icrif

Planted forests of the futur : sustainable management pathways to achieve ecosystem restoration ; FAO, 2019

New generation plantations – 2020 Review - WWF –

Encouraging industrial plantations in the tropics - Report of a global study- August 2009 – ITTO

Evaluation des ressources forestières – 2020 – FAO

The 3 Billion Tree Planting Pledge For 2030 – European Commission – Staff Working document 2021

Incitations fiscales et non fiscales à la gestion durable des forêts - Alain Karsenty, avril 2021, ITTO

Guide pratique des plantations d'arbres des forêts denses humides d'Afrique. Kasso Daïnou, JL Doucet & al ; Agronomie Gembloux ; 2021

Etat des lieux des plantations forestières d'essences locales en zone de forêt dense au Cameroun - Njankouo M. Mouhamet – 2018 – Université de Dschang

« Ne prenons plus les plantations d'arbres pour des forêts » - Francis Hallé, Le Monde, aout 2021

« Les forêts de plantations possèdent la plupart des attributs des forêts dites naturelles » - Hervé Jactel, Le Monde, aout 2021

Les plantations forestières d'espèces introduites à Madagascar : mise en péril ou aide à la conservation de la biodiversité ?

Bouvet J.M.^{1,2}, Bouillet J.P.^{1,3}, Ramananantoandro T.^{1,4}, Carrière S.M.⁵, Leong Pock Tsy J.M.^{1,6},
Andriamanpanina N.^{1,6}, Rajoelina J.B.⁷

¹ DP Forêts et Biodiversité à Madagascar; Antananarivo, Madagascar

² Cirad, UMR AGAP, Montpellier France

³ Cirad, UMR Eco&Sols, Montpellier France

⁴ ESSA, Université d'Antananarivo, Antananarivo, Madagascar

⁵ IRD, UMR GRED, Montpellier, France

⁶ Fofifa-DRFGRN, Antananarivo, Madagascar

⁷ Projet Eco-Diana, Antsiranana, Madagascar

Le débat sur le rôle des plantations forestières sur la protection des forêts naturelles et de la biodiversité associée est ancien et a pu faire l'objet de nombreuses controverses (Aubréville 1953). Cet article se propose d'y apporter sa contribution en prenant l'exemple de Madagascar.

1 - La place des espèces introduites dans les programmes de reboisements

Entre 1990 et 2015, le couvert forestier mondial diminuait de 31,85% à 30,85% pendant que celui des forêts plantées (FP) augmentait de 4,06% à 6,95% (passant de 167,5 à 277,9 millions d'hectares). Les FP sont pour 80% à base d'espèces autochtones et 20% d'espèces introduites (Payn et al. 2015). Elles ne représentent que 19% de la superficie des forêts mondiales mais une part importante de la production de bois : ainsi 46% du volume de bois industriel provenait en 2012 des FP (Payn et al. 2015, FAO 2014). Ces plantations sont situées essentiellement dans les pays du Sud (Amérique du Sud, Afrique australe et orientale, Océanie) qui sont confrontés à une forte demande en bois matériau, d'énergie et de service (FAO 2014) en parallèle à une dégradation de leurs écosystèmes forestiers naturels. Dans certaines régions tropicales, les espèces locales sont de moins en moins adaptées aux conditions écologiques des zones à reboiser suite à la dégradation de l'environnement (érosion, perte de fertilité des sols, et de biodiversité faunistique et floristique, diminution des pluies, feux de brousse...). Ces nouvelles conditions ont conduit à l'introduction d'espèces mieux adaptées, parmi lesquelles celles provenant d'Australie (*Eucalyptus* sp., *Corymbia* sp., *Acacia* sp.) sont parmi les plus utilisées : la sélection naturelle sur de très longues périodes évolutives leur a permis de s'adapter aux conditions difficiles de ce continent (feux, sols peu fertiles, saisons sèches marquées, températures élevées ...).

D'autres facteurs ont contribué à privilégier ces espèces, comme une forte productivité sur des rotations courtes, améliorée par une sylviculture intensive, et la faculté de rejeter de souche (*Eucalyptus* sp., *Corymbia* sp.). Elles ont aussi fait l'objet de programmes d'amélioration et de création variétale générant des gains significatifs en productivité (Gonçalves et al. 2013). Leur efficacité de reproduction par graines et multiplication végétative a aussi rendu possible les reboisements à grande échelle. Introduites sur de grandes surfaces depuis une quarantaine d'années, elles ne subissent encore qu'une faible pression parasitaire hors de leur aire de distribution naturelle, même si ce constat n'est pas figé suite à la dissémination des parasites par la mondialisation des échanges (e.g. cas de *Leptocybe invasa* avec l'*Eucalyptus* à Madagascar).

2 – Les introductions d'espèces forestières exotiques à Madagascar

A Madagascar, les introductions de plantes et animaux remontent à l'arrivée des premières populations, il y a environ 2500 ans, avec une intensification aux 19^{ème} et 20^{ème} siècle suite à l'action des services forestiers, de la recherche ou des projets de développement. On a dénombré 1379 plantes introduites, appartenant à 122 familles taxonomiques (Kull et al 2012). Ces espèces représentent 5% du nombre des

espèces autochtones, ce qui est peu comparé à d'autres îles (e.g. Nouvelle Zélande 66%, Hawaï 90 %) et se rapproche de celui d'un continent (5.7 % pour l'Europe). En 2001, on comptait 393 espèces forestières introduites issues d'un petit nombre de familles (*Myrtaceae*, *Fabaceae*, *Pinaceae*, *Meliaceae*) (Kull et al. 2012).

Mais peu de ces espèces sont utilisées en plantations. Les eucalyptus occupent entre 150 000 et 200 000 ha et les pins de 50 000 à 70 000 ha (Kull et al. 2012). À celles des périmètres de plantations se rajoutent les surfaces couvertes par les arbres isolés hors forêts ou les zones forestières de très petite taille (de Foresta et al. 2013). Ces plantations, dont l'installation est classiquement soutenue par des bailleurs internationaux, couvrent une part croissante des besoins de l'île en produits ligneux. Les peuplements d'eucalyptus (essentiellement *E. robusta*) sur les Hautes Terres, destinés à l'origine à fournir du bois pour les chaudières à vapeur des trains de la ligne Tamatave-Tananarive, sont maintenant la source première de bois d'énergie et de service de la capitale (Verhaegen et al. 2014). Ils sont intégrés dans de nombreux projets de reboisements villageois comme ceux des programmes FED Asa (2015-2019) et Afafi-Centre (2020-2025).

Les projets Arina, Afiberia et Adiafo du programme ASA ont accompagné la mise en place par 12 000 reboiseurs de 10 000 ha de plantations villageoises dans les régions Analamanga et Itasy, destinés à l'approvisionnement en bois-énergie de la capitale (> 90% de l'énergie domestique provient de l'utilisation de charbon de bois et de bois de feu) (SRABE, 2018)). Ce programme a aussi permis la formation de 3500 charbonniers aux techniques améliorées de carbonisation (TAC) et la formation de 110 artisans pour la production de 90 000 foyers améliorés.

Le projet Afafi-Centre Diabe poursuit cet effort avec la mise en place programmée par 6000 reboiseurs de 4500 ha de plantations dont 500 ha de systèmes agroforestiers. Il prévoit également la formation et certification de 8000 charbonniers pour une production de 120 000 tonnes de charbon TAC, et de 100 artisans pour la production de 100 000 foyers améliorés. Les deux produits, labellisés, seront distribués dans 150 points de vente pour un public cible de 50 000 ménages urbains et ruraux.

Les plantations de *Pinus patula* de la Haute-Matsiatra et de *P. kesiya* / *P. caribaea* de la Fanalamanga dans la dépression du Mangoro fournissent pour leur part un pourcentage important du bois d'œuvre courant utilisé sur les Hautes Terres.

3 – Plantations forestières et biodiversité

Le postulat selon lequel les plantations forestières contribuent à réduire ou freiner la dégradation des écosystèmes forestiers naturels, voire au maintien de leur biodiversité, repose sur plusieurs hypothèses (Pirard et al. 2016) que nous allons étudier dans le contexte de Madagascar.

I) L'exploitation du bois est la principale cause de dégradation de la forêt naturelle et de la biodiversité associée

La dégradation des forêts en zones tropicales est essentiellement due au surpâturage, à l'exploitation forestière excessive et aux incendies, leur disparition (i.e. déforestation) étant liée pour 80% à la recherche de terres pour l'agriculture ou l'élevage (<http://www.euredd.efi.int/deforestation>). Le taux de déforestation à Madagascar est très élevé, avec une perte de couvert forestier de 44% entre 1953 et 2014 (Vielledent et al. 2018). Depuis 2005, le taux annuel a augmenté pour atteindre 99 000 ha an⁻¹ en 2010-2014 (soit 1,1% an⁻¹). L'exploitation forestière cible certaines espèces précieuses comme les palissandres (*Dalbergia sp.*) mais ne met pas en danger l'écosystème dans son intégralité. Au contraire de l'agriculture sur brûlis (tavy), principal facteur de la déforestation dans certaines régions (WCS, ONE, MNP, Etc Terra 2015), cette pratique étant parfois accompagnée par une stratégie d'acquisition du foncier. Ainsi, ce ne sont pas les besoins en bois qui mettent directement en péril la forêt à Madagascar, mais l'agriculture et les stratégies foncières.

II) Tous les plantations ont le même effet positif sur la conservation de la biodiversité

L'évolution de la biodiversité d'une zone plantée dépend du type d'écosystème d'origine (Bremer and Farley 2010), les plantations sur un écosystème naturel originel (prairie, maquis, forêt primaire) diminuant la richesse spécifique, l'inverse étant observé sur écosystèmes dégradés (Figure 1).

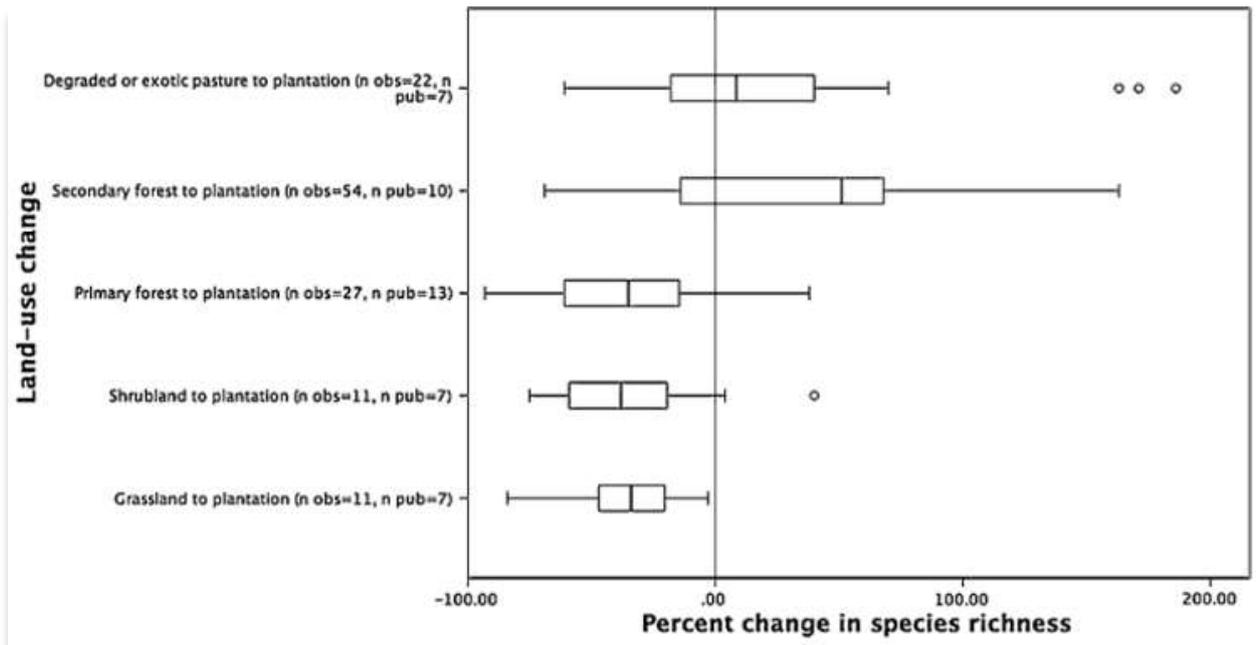


Figure 1. Evolution de la richesse spécifique après plantation (d'exotiques et /ou de natives) en fonction du type d'écosystème d'origine (tiré de Bremer and Farley 2010)

La biodiversité est aussi influencée par les espèces plantées, les PF en espèces exotiques ayant en général un niveau de richesse spécifique inférieur à celui avec des espèces natives (Figure 2).

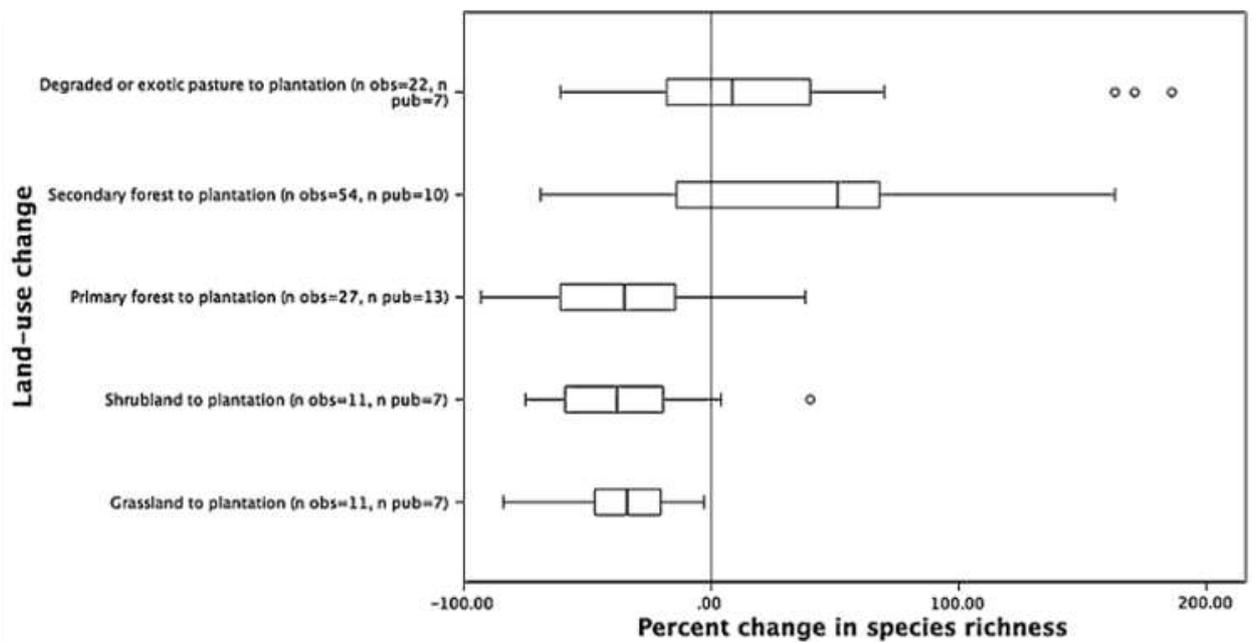


Figure 2. Evolution de la richesse spécifique après plantation sur forêt secondarisée en fonction du type d'espèces plantées (exotiques ou autochtones) – tiré de Bremer and Farley (2010)

Le passage d'une forêt naturelle à une plantation monospécifique à sylviculture très intensive (e.g. application d'herbicides) diminue fortement le niveau de biodiversité (Bremer and Farley 2010) et les services écosystémiques fournis. Ce qui peut conduire à des problèmes environnementaux et sociaux importants, comme dans le cas de plantations d'*Eucalyptus* en Equateur (<https://ejatlas.org/conflict/eucapacific-eucalyptus-plantations-ecuador>). Par contre, la biodiversité peut se trouver améliorée pour des écosystèmes pauvres, comme les savanes côtières plantées en *Eucalyptus* en République du Congo où les plantations peuvent catalyser la biodiversité végétale et animale (Loumeto and Hutell 1997), y compris édaphique (Bernhard-Reversat 2001). Plus généralement, un régime pluviométrique favorable, une fertilité correcte des sols, la proximité de sources de graines, une sylviculture peu intensive et une protection contre les feux sont des facteurs clés pour l'installation d'espèces natives en sous-bois de plantations d'exotiques (Randriambanona et al 2019). A l'inverse, sur certaines zones comme les Hautes Terres, l'éloignement des sources de graines d'espèces natives due à la fragmentation forestière voire l'absence de résidus forestiers, des sols pauvres, une forte concurrence herbacée, une faible densité de vecteurs de dispersion de graines (e.g. oiseaux), des feux récurrents, des rotations courtes ou une forte régénération des espèces plantées (Photo 1) limitent l'installation d'espèces natives en sous-bois (Photo 2).



Photo 1. Régénération très dense d'*Acacia mangium* rendant difficile la colonisation du sous-bois par des espèces natives. Région de Diego-Suarez, Madagascar

On note cependant l'installation de natives en sous-bois de plantations de pins installées sur savanes dans la région de la Matsiatra après perturbation/ouverture des peuplements (éclaircies, dégâts de cyclone) (Randriambanona et al 2019). Les espèces herbacées et forestières, pionnières et non pionnières, zoochores et anémochores autochtones recolonisent ces espaces. Ce processus ouvre des perspectives pour une régénération d'espèces natives *via* des plantations d'espèces exotiques progressivement éclaircies pour favoriser l'installation d'espèces natives.



Photo 2. Etat du sous-bois de plantation d'*eucalyptus* juste après exploitation des taillis - région d'Anjozorobe, Madagascar

Une étude récente a comparé la biodiversité du sol sous plantation d'eucalyptus installée après coupe de la forêt naturelle à celles de trois autres formations : graminées sur terre dégradée (tany maty), jachère arbustive à base de natives (savoka) et forêt naturelle. La plantation d'eucalyptus n'est pas associée à la situation la plus pauvre (tany maty) mais est plus proche de la savoka pour les bactéries et de la forêt pour les champignons (Figure 3). Le reboisement en eucalyptus peut donc améliorer la diversité des microorganismes du sol de zones très dégradées à graminées ou, au moins, n'entraîne pas de dégradation marquée de la biodiversité du sol par rapport à la situation sous forêt.

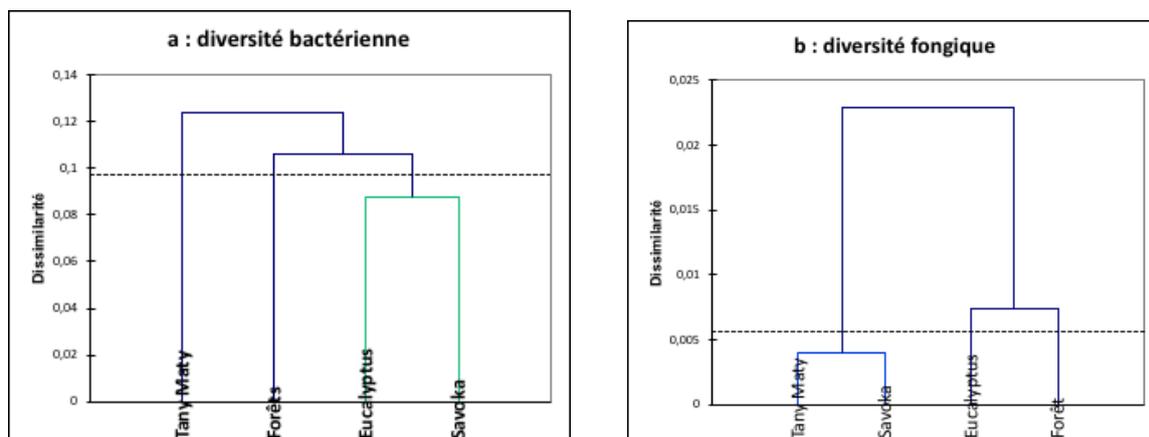


Figure 3. Regroupement des quatre types d'écosystèmes (tany maty - terrains dégradés à graminées, forêt naturelle secondarisée, savoka - recrû forestier après culture sur brûlis, et plantation d'eucalyptus) sur la base de (a) la diversité bactérienne du sol et (b) la diversité fongique du sol. Zone forestière d'Andasibe, Madagascar.

III) Le bois de plantation est un substitut efficace à celui de forêt naturelle

Certaines espèces plantées produisent un bois aux propriétés technologiques proches de celles de bois d'espèces de forêt naturelle. C'est le cas de certains *Eucalyptus* et *Corymbia* pour leur dureté, couleur et durabilité naturelle (e.g. *E. bosistoana*, *E. cladocalyx*, *E. longifolia*, *E. melliodora*, *C. citriodora*) (Millen et al. 2009). A Madagascar, des espèces comme *C. citriodora*, *C. maculata*, *E. cloeziana*, *E. delegatensis*, *E. goniocalyx* ou *E. pilularis* présentent un bois dense à très dense à bonnes propriétés mécaniques (Rakotovoao et al. 2012). Mais leur utilisation est limitée par leur fort retrait et déformation au séchage, phénomène accentué pour les arbres jeunes lié aux fortes contraintes internes de croissance rendant impropre le bois à des usages de menuiserie ou d'ébénisterie de qualité. Mais ces inconvénients peuvent être limités par des techniques adaptées comme le préchauffage du bois vert avant séchage (e.g. cuisson à la vapeur, traitement par micro-ondes), le séchage lent ou intermittent (Yang et al. 2018). Les bois des pins à Madagascar sont de moins bonne qualité, avec de faibles densités, des propriétés mécaniques et une durabilité naturelle inférieures (Rakotovoao et al. 2012). Ils sont utilisés uniquement en ameublement intérieur ou en construction (charpente, coffrage, voliges ...)

Les panneaux de bois reconstitués ou les nouveaux produits de bois d'ingénierie sont fabriqués habituellement avec du bois provenant de plantations d'espèces à croissance rapide. Leur stabilité dimensionnelle accrue, des propriétés mécaniques plus homogènes et une meilleure durabilité par rapport au matériau d'origine (Ramage et al. 2017) les rend susceptibles de se substituer aux bois de forêt naturelle. De tels produits permettent ainsi de construire des grands bâtiments à ossature bois comme en Norvège avec un immeuble de 18 étages (Jensen et al. 2019).

IV) L'impact positif des plantations et la politique de conservation des forêts naturelles associée dans un pays diminuent la déforestation dans les pays environnants

Cette hypothèse n'est pas toujours vérifiée (Pirard et al 2016). Ainsi, 5 millions d'ha de plantations au Vietnam et un moratoire sur l'exploitation des forêts n'ont pas freiné la déforestation des pays environnants. L'absence de données régionales (Océan Indien, Afrique Australe) ne permet pas de tester aisément cette hypothèse dans le cas de Madagascar. Celle-ci peut cependant être raisonnée entre régions de l'île. Les plantations dans une région donnée compensent-elles les besoins en bois d'une autre région, empêchant la dégradation des forêts ? Ainsi

l'Analamanga (région d'Antananarivo) ne présente plus que des vestiges de forêts naturelles dont l'exploitation ne pourrait répondre à la demande de la capitale en bois d'énergie. Celle-ci est satisfaite par les plantations d'eucalyptus et de pins de l'Analamanga mais aussi de l'Aloatra Mangoro et de la Matsiatra (SRABE 2018).

Une autre façon d'aborder la relation entre zones de plantation et zones de besoins est de considérer l'évolution de la demande en bois énergie. Les besoins se structurent différemment entre le milieu urbain et le milieu rural mais les quantités par habitant sont importantes (Figure 4).

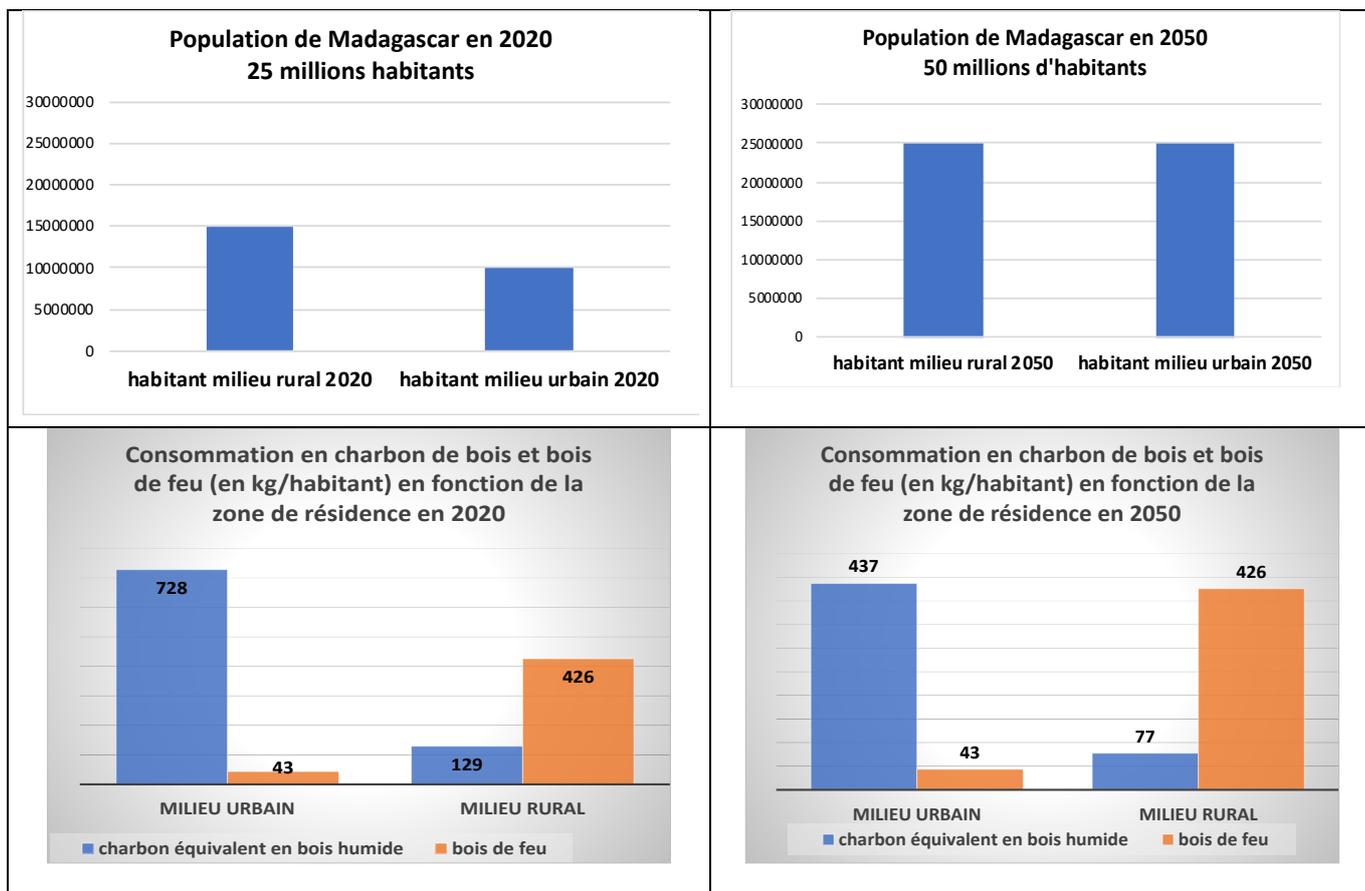


Figure 4. Répartition de la population et consommation annuelle par habitant en charbon de bois et en bois de feu en milieu urbain et milieu rural dans la région Analamanga en 2020 et 2050 (estimation de la consommation selon SRABE, 2018). La répartition entre population rurale et urbaine est estimée à 15 millions/10 millions en 2020 et 25 millions/25 millions en 2050. Le rendement masse de bois enfourné / masse de charbon est estimé à 12% en 2020 et à 20% en 2050 grâce à la maîtrise des techniques de carbonisation améliorée.

En s'appuyant sur les données de production et de consommation de charbon de bois de SRABE (2018), on peut estimer le besoin en surfaces de plantations à Madagascar selon 2 scénarios démographiques et 4 niveaux de production (Figure 5). Ces estimations restent imprécises avec l'utilisation d'hypothèses fortes (même type de source d'énergie utilisée par la population, répartition de la population en 2050 : 50% urbaine et 50% rural) mais donnent un ordre de grandeur des surfaces forestières nécessaires pour produire durablement le besoin en bois énergie. Le maintien des forêts naturelles sans exploitation pour le bois d'énergie passe ainsi par un effort très important de plantation.

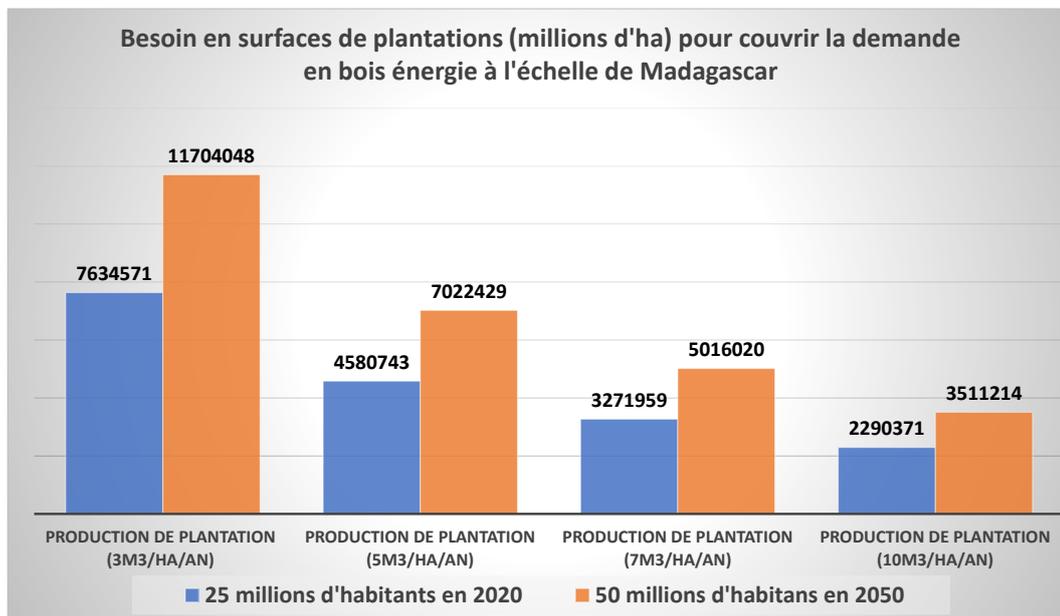


Figure 5. Estimation des surfaces de plantation à Madagascar pour couvrir les besoins en bois énergie selon les consommations en bois de feu et charbon estimés par SRABE (2018)

En se basant sur une production moyenne de $5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$ des plantations d'*Eucalyptus*, observée sur différents sites des hauts plateaux, 4,58 millions d'ha de plantations seraient nécessaires en 2020 pour répondre aux besoins actuels en bois-énergie sans exploiter les écosystèmes naturels (forêts primaires, secondarisées, ...). Les plantations couvrant entre 300 000 et 400 000 ha à Madagascar, une grande partie du bois d'énergie de l'île provient donc des écosystèmes naturels.

En se basant sur les estimations de Meyer et al. (2005), la production de la forêt naturelle malgache serait de $3,48 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$ dans le cadre d'une gestion durable (prélèvement de l'accroissement des espèces exploitables) en prenant en compte la moyenne pondérée des productions des forêts humides ($5,83 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$), forêts sèches ($1,04 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$) et forêts épineuses ($0,84 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$). La surface forestière totale pouvant être estimée à 8,4 millions d'ha en 2020 selon un taux de déforestation de $99\,000 \text{ ha an}^{-1}$ (Vielledent et al. 2018), avec environ 6 millions d'ha réservés à la production (excluant les Aires Protégées), il existe un léger déficit en 2020 de +/- 2 millions de $\text{m}^3 \text{ an}^{-1}$ (Tableau 1).

En 2050, en prenant ce même taux de déforestation (Vielledent et al. 2018), la surface restante serait de 5,35 millions ha et 2,85 millions ha en forêts de production (excluant les 2.5 millions ha d'Aires Protégées) avec un déficit atteignant alors près de 26 millions de $\text{m}^3 \text{ an}^{-1}$.

Ces résultats reposent sur de nombreuses hypothèses comme une consommation en énergie basée essentiellement sur le bois. Ils doivent donc être considérés avec précaution mais soulignent le risque de régression rapide des écosystèmes forestiers naturels par une surexploitation pour le bois s'ajoutant à l'agriculture sur brûlis, si d'importants programmes de plantations ne sont pas mis en œuvre.

	2020 (25 millions habitants)	2050 (50 millions d'habitants)	Observations / Hypothèses
Besoin en surface sur la base d'une production de 3.48 m ³ ha ⁻¹ an ⁻¹	6.54 millions ha	10.02 millions ha	Même type de consommation en bois énergie en 2020 et 2050
Équivalent des besoins annuel en volume	22.8 millions m ³ an ⁻¹	35.8 millions m ³ an ⁻¹	
Surface disponible de forêt naturelles (hors Aires Protégées de type PN et RNI)	6.0 millions ha	2.85 millions ha	Taux de disparition sur la base des travaux de Vieilledent et al (2018). La surface des Aires Protégées (PN et RNI ¹) ne varie pas de 2020 à 2050
Production potentielle des forêts naturelles sur la base de production de 3.48 m ³ ha ⁻¹ an ⁻¹	20.8 millions m ³ an ⁻¹	9.9 millions m ³ an ⁻¹	Selon les estimations de Meyer et al. 2005
Déficit annuel de bois : besoins – production	2.0 millions m ³ an ⁻¹	25.9 millions m ³ an ⁻¹	En considérant que la surface des plantations reste celles de 2020 (soit entre 300 000 et 400 000 ha)

Tableau 1 : Récapitulatif des estimations de besoin en surface de production et en volume pour la fourniture de bois énergie à partir de la forêt naturelle à Madagascar.

¹ PN : Parcs Nationaux ; RN : Réserves Naturelles Intégrales

V) Les bois de plantations sont utilisés prioritairement pour conserver la forêt naturelle

La vérification de cette hypothèse implique plusieurs conditions : une qualité équivalente pour un même objectif d'utilisation, une même accessibilité et un coût des bois de plantations inférieur à celui des bois de forêt naturelle. Dans le contexte de Madagascar, deux principaux cas peuvent se présenter.

- Dans les régions autour de la capitale, le pourcentage de charbon de bois provenant des plantations d'eucalyptus est très supérieur à celui des forêts naturelles et ceci pour plusieurs raisons : la présence de plantations proches des centres urbains, une filière organisée qui permet une production constante (même si insuffisante) et l'absence de zones de forêts accessibles. Par contre, dans les régions où la demande en bois d'énergie n'est pas couverte par des plantations locales, la population urbaine utilise pour partie du bois de forêt naturelle.

- En milieu rural, Lavielle et al. (2015) ont étudié le comportement de populations sur la côte Est pour l'utilisation d'espèces forestières natives et introduites : sur 35 espèces appréciées par les populations, 15 étaient exotiques. L'étude souligne que les essences introduites sont indispensables à la production de bois et font partie du quotidien des gens de la région. Cependant leur bois ne peut convenir à toutes les utilisations comme celles assurées autrefois par les essences locales. Comme le montre la Figure 6, les performances des espèces natives et introduites varient en fonction des critères (enquêtes auprès de 4 villages correspondant à 36 interviews)

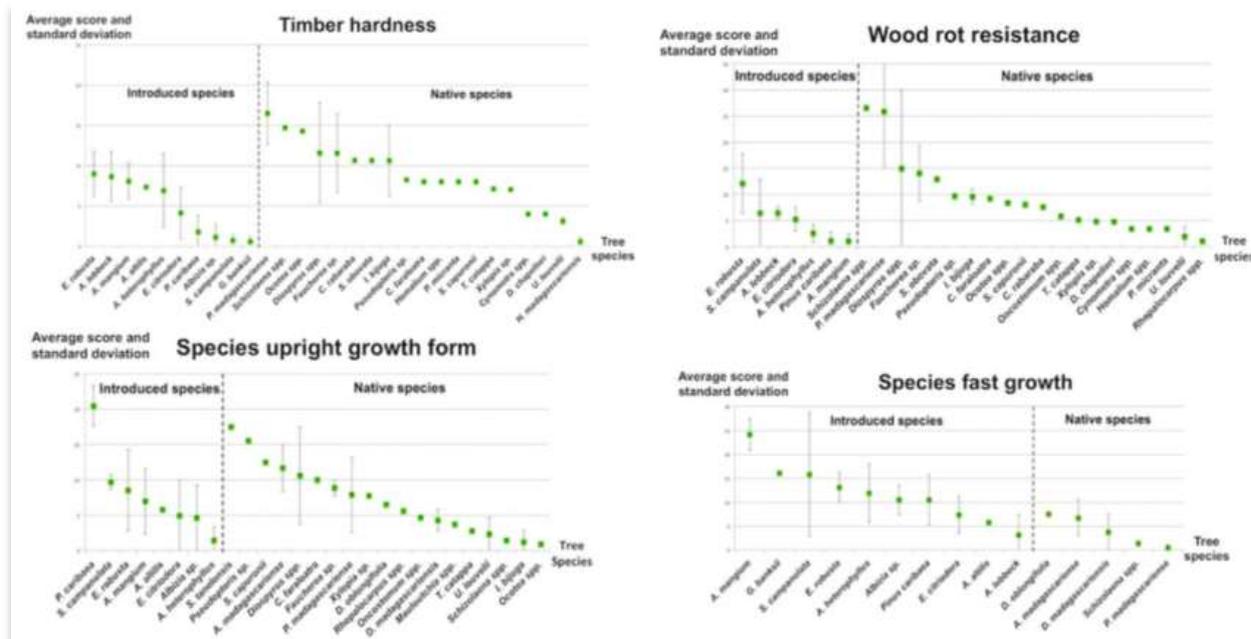


Figure 6. Echelle d’appréciation des espèces introduites et natives selon différents critères d’après des enquêtes conduites auprès d’un échantillon de ménages - Région de Brickaville, Madagascar (tiré de Lavielle et al. 2015)

Une gamme restreinte d’espèces ne peut donc habituellement couvrir tous les besoins de la population, une large diversité d’essences, introduites ou autochtones, étant nécessaire. Cette condition est cependant plus facilement vérifiée pour des bois d’utilisation courante (e.g. pins pour les charpentes) que pour des usages nobles (e.g. palissandres en ébénisterie). Une enquête menée à Antananarivo auprès d’entreprises de transformation du bois a montré que les pins et les eucalyptus dominent le marché (Rajonshon et al. 2014). Les pins (*P. kesiya* et *P. patula*) sont les espèces les plus appréciées, avec 29 entreprises sur 30 enquêtées les utilisant, les eucalyptus se situant en 3^{ème} position - derrière l’espèce autochtone *Dilobeia thouarsii* - avec 19 entreprises sur 30. A noter tout de même que des espèces de valeur comme le teck (*Tectona grandis*) ont pu faire l’objet de plantations sur de grandes surfaces comme en Afrique de l’Ouest.

Les cinq hypothèses de Pirard et al. (2016) peuvent être complétées par deux autres.

VI) Les plantations d’espèces introduites jouent le rôle d’habitat écologique de substitution pour certaines espèces animales natives ou endémiques

Gérard et al. (2015) ont analysé le rôle des espèces introduites pour la conservation des vertébrés autochtones à Madagascar avec de nombreux cas où les espèces exotiques pallient les écosystèmes naturels. Une centaine de plantes introduites sont utilisées par les espèces animales endémiques (principalement lémuriens, chauves-souris, amphibiens et oiseaux), comme des fruitiers (e.g. tamarin : *Tamarindus indica* et manguier : *Mangifera indica*) mais aussi des eucalyptus.



VII) Les plantations de certaines espèces comme les eucalyptus impactent négativement l'environnement (eau, sol, ...)

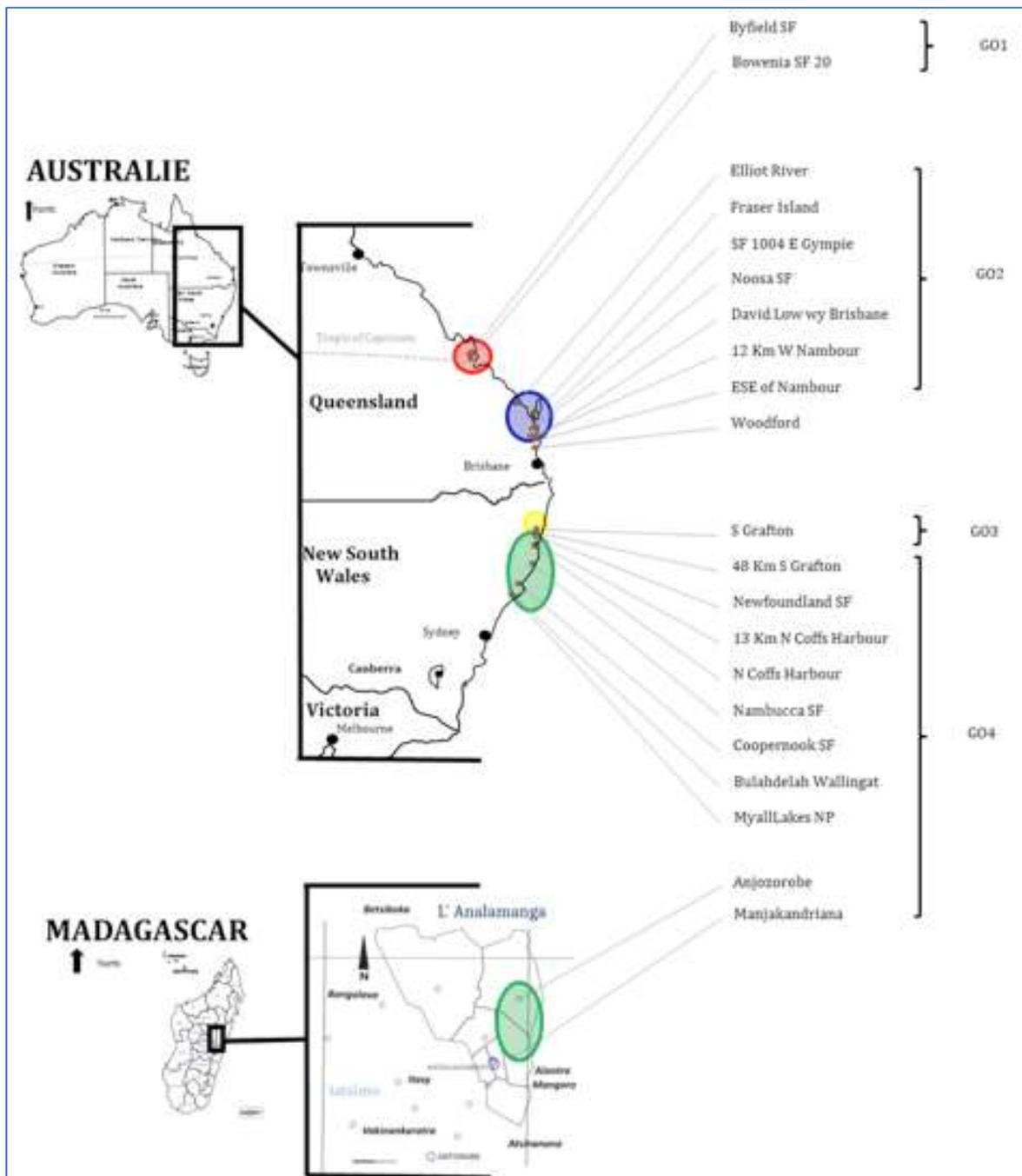
Les eucalyptus pourraient-ils diminuer la fertilité des sols, voire les « stériliser » et les transformer en « désert vert » ? Beaucoup de travaux ont été menés avec des résultats contrastés en fonction des caractéristiques écologiques et des modes de gestion des plantations. Il n'apparaît pas de réponse univoque, un point essentiel étant la mise en œuvre de pratiques sylvicoles adaptées, avec un effort particulier sur la limitation des feux de brousse qui, au-delà de l'impact négatif sur l'activité biologique du sol, provoquent la sortie d'éléments minéraux hors de l'écosystème par volatilisation (*e.g.* N), dans les fumées, et les cendres entraînées par les eaux de ruissellement. Une autre préoccupation liée à l'utilisation des eucalyptus est leur impact sur les ressources hydriques du sol et le débit des rivières (Smethurst et al. 2015). Si on les compare à des plantations très productives comme au Brésil ($50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$) où la consommation (1390 mm an^{-1}) est inférieure aux précipitations (1450 mm an^{-1}) (Christina et al. 2016), on peut avancer que la consommation hydrique des eucalyptus à Madagascar est très inférieure aux précipitations annuelles dans beaucoup de régions ($> 1000 \text{ mm an}^{-1}$) et n'empêchent pas la recharge des nappes phréatiques et des sources. Mais il reste préférable de ne pas planter à faible distance des cours d'eau pour y limiter les prélèvements des arbres et d'utiliser de grands espacements dans des régions aux précipitations limitées et/ou des saisons sèches marquées. Dans tous les cas des plantations en plein ne sont pas envisageables en dessous de 500-600 mm de précipitations par an.

4 – Comment gérer les plantations (notamment d'espèces introduites) pour favoriser la biodiversité à Madagascar :

L'impact des plantations forestières sur la protection des forêts naturelles et de la biodiversité associée n'est donc pas univoque car sujet à divers facteurs en interaction. Madagascar dispose de programmes et stratégies pouvant faire intervenir les plantations, en particulier d'espèces introduites. On peut ainsi citer « la Nouvelle Politique Forestière (POLFOR) », « Stratégie et Plans d'Actions Nationaux pour la Biodiversité (SPANB) » et « la Stratégie Nationale REDD+ Madagascar ». C'est dans ce cadre que s'inscrivent les propositions suivantes qui visent à intégrer la gestion des espèces plantées dans une approche globale de conservation et valorisation de la biodiversité.

- **Diversification des ressources génétiques introduites ou locales utilisées en plantation**

L'introduction d'espèces exotiques doit impérativement intégrer une gestion sur le long terme des ressources génétiques. Celle-ci consiste à introduire une variabilité suffisante représentative de l'espèce, en ciblant les provenances de l'aire d'origine les mieux adaptées *a priori* et en développant des processus de production de semences garantissant variabilité et qualité. L'exemple d'*E. robusta* à Madagascar montre que ce point est crucial (Figure 7 a et b). Les peuplements malgaches relèvent d'une seule provenance australienne, à base génétique étroite et avec un mode de diffusion propice à la consanguinité (Rambolarimanana 2018). Les plantations de ces dernières années font suspecter une dégradation de la qualité génétique du matériel local (mauvaise forme, croissance réduite, ...). Ceci a conduit des projets de reboisement sur les Hautes Terres (*e.g.* Arina, Diabe), à valoriser la production de vergers à graines à Madagascar d'autres provenances de cette espèce (Chaix 2003) et poursuivre l'effort de diversification via l'importation de semences : nouvelles provenances d'*E. robusta*, nouvelles espèces d'*Eucalyptus*, de *Corymbia* et d'*Acacia* ayant démontré un potentiel intéressant de croissance (parcelles de recherche, arboretum, ...) mais n'ayant pas utilisées en reboisement sur l'île.



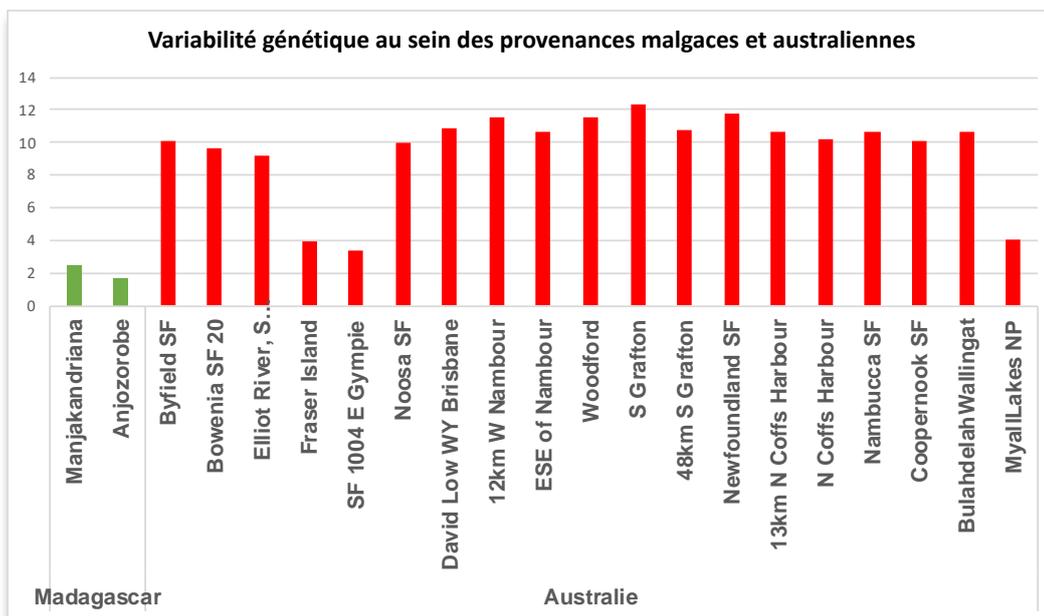


Figure 7. L'origine des provenances malgaches d'*Eucalyptus robusta* est très probablement issue d'une zone du Sud de l'aire naturelle en Australie (groupe génétique de couleur verte correspondant à Myall Lakes) (a) et montre une faible variabilité par rapport aux provenances de l'aire naturelle (b) (Rambolarimanana 2018). Données génétiques basées sur des marqueurs moléculaires et issues de l'essai de provenances d'*E. robusta* de la station de Mahela – Madagascar

- **Gérer les espèces forestières envahissantes**

A l'inverse des eucalyptus qui sont peu invasifs (Silva et al. 2016), les pins (*P. kesiya*, *P. patula*...) et les acacias (*A. dealbata*, *A. mangium*...) peuvent se révéler envahissants à Madagascar (Binggeli, 2003). C'est aussi le cas du grevillea blanc (*Grevillea banksii*) (Broust et al. 2018). Un moyen pour gérer ces invasions est de tirer profit de leur potentiel de propagation, de régénération, d'adaptation et de production pour les intégrer dans les plans de reboisement au sein du territoire. Deux cas peuvent illustrer cette stratégie à Madagascar :

- ***Pinus kesiya*** se développe dans certaines zones comme le moyen Ouest : malgré leur faible capacité de résistance aux feux (ceux-ci par contre lèvent la dormance des graines au sol), on peut observer une installation progressive de bosquets issus de plantations d'origine, pour la plupart privées. C'est le cas de la région d'Arivonimamo dans les zones de forêt de tapias (*Uapaca bojeri*). Rajaonarivelo et al. (2019) et Andriamananjatova (2019) ont montré que cette espèce est gérée - et utilisée - par les agriculteurs sur les zones de collines (tanety) et par l'administration forestière pour éviter sa propagation dans les peuplements naturels de tapias. Encourager ce type de démarche au niveau de l'exploitation agricole familiale, tout en garantissant la gestion des écosystèmes naturels avoisinants, apparaît ainsi comme une solution pour tirer parti du potentiel invasif de cette espèce.

- ***Grevillea banksii*** est une espèce australienne très envahissante sur certaines zones de la côte Est. Introduit à l'île Sainte-Marie, elle y permet aujourd'hui de produire du charbon de bois, sert de réserve foncière pour l'agriculture sur brûlis et limite fortement la destruction des surfaces de forêts naturelles restantes (Broust et al. 2018). Cette espèce est aussi préconisée pour embroussailler des zones de savane dans la région de Haute Matsiatra vu ses potentialités de propagation. Elle est notamment proposée sous forme de semis direct avec un processus de plantation (Figure 8) servant de source de diffusion relais pour des embroussailllements à grande échelle (Bouvet 2018).



Figure 8. Illustration de la stratégie d'embroussaillage par plantation de bosquets et propagation naturelle avec *Grevillea banksii* (proposé au projet PLAEIV/GFA région de Haute Matsiatra, tiré de Bouvet 2019)



- **Adopter une sylviculture et des pratiques de restauration qui favorisent la biodiversité**

La littérature montre que des rotations plus longues, des variations dans les densités de plantation, des éclaircies pour augmenter l'entrée de lumière en sous-bois et des plantations en mélange peuvent favoriser l'effet catalyseur des plantations d'espèces introduites dans les programmes de restauration de la biodiversité. Dans le contexte de Madagascar, cette sylviculture adaptée ne pourra se montrer efficace que si les feux sont maîtrisés, ce qui implique une gestion des territoires pour les limiter. On peut également évoquer la diversification des espèces de plantation par l'introduction d'espèces à haute valeur ajoutée. En vue de réduire le prélèvement abusif dans les formations naturelles pour satisfaire les demandes toujours croissantes du marché, des espèces comme *Tectona grandis*, *Grevillea robusta*, *Gmelina arborea* pourraient être ainsi utilisées en substitution d'espèces de forêts naturelles pour des utilisations en menuiserie.

- **Adopter des politiques publiques incitatives pour favoriser le reboisement**

Une des conditions pour le développement de plantations forestières est l'appui, technique mais aussi financier (y compris de l'Etat), des reboiseurs potentiels : aide à l'attribution de titre foncier, subventions à la mise en place et l'entretien des plants, fertilisation... Certains projets appuient les reboisements privés sous forme de subvention partielle des coûts en contrepartie d'une contractualisation amenant le reboiseur à suivre un cahier de charges de gestion durable et l'inscription de ses parcelles dans des plans de gestion des reboisements (e.g programmes UE-ASA).

Une gamme restreinte d'espèces ne pouvant remplir toutes les fonctions et satisfaire tous les besoins des populations locales en produits ligneux, la prise en compte de la biodiversité interspécifique revêt une importance économique et sociale majeure. Les agents de conservation et de développement doivent ainsi tenir compte des diverses utilisations du bois, incluant l'importance spirituelle et culturelle de certaines essences et leur utilisation à des fins médicinales. Les essences introduites à croissance rapide ont certainement leur place dans les paysages malgaches tout comme les essences natives à croissance plus lente. L'intérêt des populations dans certaines régions pour certaines espèces (natives et introduites) pourrait être utilisé pour améliorer et promouvoir les politiques de conservation et de restauration.

5 - Perspectives

Les options d'aménagement du territoire et de politiques environnementales existent pour intégrer les espèces forestières introduites dans une stratégie de restauration des forêts, contribuer à préserver les zones de forte biodiversité et subvenir aux besoins des populations en bois pour l'énergie et tout autre service.

Mais les plantations forestières sur les terres dégradées, avec un mode de gestion optimisée pour favoriser la biodiversité et répondre aux besoins, suffiront-elles à elles seules à enrayer la dégradation des écosystèmes naturels à Madagascar ? De nombreux exemples en zone tropicale montrent que d'autres facteurs entrent en ligne de compte (Ainembabazi et al. 2014), l'agriculture sur brûlis restant l'élément déterminant à Madagascar. La mise en œuvre des actions de plantations dans le cadre d'une politique globale intersectorielle est donc indispensable.

C'est aussi dans ce cadre que les connaissances nouvelles doivent être mises à disposition des décideurs et opérateurs économiques, et du développement. Les écosystèmes forestiers et agricoles, les déterminants économiques et sociaux évoluent face aux changements globaux et de nouveaux programmes de recherche/développement sont à promouvoir avec de nouvelles questions comme :

- Comprendre comment et quel type de biodiversité peut se réinstaller au sein des plantations en fonction de différents paramètres : éloignement des sources de graines, fréquence de feux, pratiques agricoles, milieu économique et social, type de paysage/territoire ...
- Définir les patrons de plantation favorisant la régénération naturelle des espèces natives et/ou le développement des espèces natives plantées : espacement entre plants, répartition entre espèces exotiques et natives, prise en compte des dynamismes de croissance (espèces pionnières vs d'ombre),

D'autres questionnements de recherche, intégrant les dimensions économiques et sociales (aménagement du territoire, gouvernance décentralisée...) doivent aussi être abordés et accompagner les approches écologiques et agronomiques.

Références :

- Ainembabazi J.H, Angelsen A. 2014. Do commercial forest plantations reduce pressure on natural forests? Evidence from forest policy reforms in Uganda Forest Policy and Economics 40, 48–56
- Andriamananjatova N. 2019. Perception et stratégie de la population sur la propagation de *Pinus* face à la gestion durable de la forêt endémique de tapia d'Arivonimamo. Mémoire de fin d'études d'Ingénieur en Sciences Agronomiques et Environnementales. Université d'Antananarivo, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, 64 p + annexes
- Aubréville A. 1953. Il n'y aura pas de guerre de l'Eucalyptus à Madagascar ! Bois et Forêts des Tropiques, 30, 3-6
- Bernhard-Reversat F. 2001. Effect of exotic tree plantations on plant diversity and biological soil fertility in the Congo savanna: with special reference to eucalypts. Center for International Forestry Research, Bogor, Indonesia, 71p.
- Binggeli, P. 2003. Introduced and invasive plants. In S. M. Goodman & J. P. Benstead (Eds.), The natural history of Madagascar (University, pp. 257–268). University of Chicago Press, Chicago.
- Bouvet J.M 2018. Mise en œuvre des semis directs en Haute-Matsiatra dans le cadre du Plan de Lutte Anti-Erosive IV (PLAE IV). Rapport d'expertise GFA, 17 p
- Bremer L.L., Farley K.A. 2010. Does plantation forestry restore biodiversity or create green deserts? A synthesis of the effects of land-use transitions on plant species richness Biodivers Conserv 19, 3893-3915.
- Broust F, Blin J., Bouillet J.P, Rakotoarivelo M. 2018. Analyse préalable à la création d'une filière de valorisation énergétique (carbonisation) du *Grevillea banksii* sur l'île Sainte-Marie (Madagascar). Rapport Final, 80 p.
- Chaix G. 2003. Bilan et recommandations sur la gestion du dispositif de production de semences forestières améliorées et le programme d'amélioration génétique des espèces feuillues à croissance rapide à Madagascar. Rapport Cirad – Fofifa, 55p.
- Christina M., Nouvellon Y., Laclau J.P., Stape J.L., Bouillet J.P., Lambais G.R., le Maire G. 2016 Importance of deep water uptake in tropical eucalypt forest. Functional Ecology, 31, 509-519
- Silva P.H.M.D., Bouillet J.P., de Paula R.C 2016. Assessing the invasive potential of commercial Eucalyptus species in Brazil: Germination and early establishment. Forest Ecology and Management, 374, 129-135.
- de Foresta H., Somarriba E., Temu A., Boulanger D., Feuilly H., Gauthier M. 2013. Towards the Assessment of Trees Outside Forests. Resources Assessment Working Paper 183. FAO Rome.
- FAO 2014. The state of the world forest genetic resources FAO Rome, 2014
- Gérard A., Ganzhorn J.U., Kull C.A., Carrière S.M. 2015. Possible roles of introduced plants for native vertebrate conservation: the case of Madagascar. Restoration Ecology 23, 768-775.
- Gonçalves J.L.M., Alcarde Alvares C., Rioyei Higa A., Stahl J., de Barros Ferraz S.F., De Paula Lima W., Santin Brancalion P.H., Hubner A., Bouillet J.P., Laclau J.P., Epron D., Nouvellon Y. 2013 Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in Brazilian eucalypt plantations. Forest Ecology and Management 301, 6-27

- Jensen A.V., Craig N. 2019. Wood in Construction - 25 cases of Nordic Good Practice. Nordic Council of Ministers, 77 p.
- Kull C.A., Tassin J., Moreau S., Rakoto Ramiarantsoa H., Blanc-Pamard C., Carrière S.M. 2011. The Introduced Flora of Madagascar. *Biological Invasions*, 14, 875-888
- Lavialle J., Carrière S.M., Miandrimanana C., Tilahimena A., Birkinshaw C.R., Aronson J. 2015. Complementarity of native and introduced tree species: exploring timber supply on the east coast of Madagascar. *Madagascar Conservation & Development*, 10, 137-143.
- Loumeto J.J., Huttel C. 1997. Understory vegetation in fast-growing tree plantations on savanna soils in Congo. *Forest Ecology and Management*, 99, 65-81.
- Meyer D, Ramamanjisoa B, Sève J, Rajafindramanga M, Burren C 2005. Etude sur la consommation et la production en produits forestiers ligneux à Madagascar. Projet d'Appui à la Gestion Durable de l'Environnement et des Ecosystèmes Forestiers à Madagascar, 41p.
- Millen P., Apiolaza L., Chauhan S., Walker J. 2009. NZ Dryland Forests Initiative: a market focused on durable eucalypt R&D project. In: Revisiting eucalyptus wood technology research centre, Canterbury, 57-75.
- Payn T., Carnus J.M, Freer-Smith P., Kimberley M., Kollert W., Liu S., Orazio C., Rodriguez L., Silva L.N., Wingfield M.J. 2015. Changes in planted forests and future global implications *Forest Ecology and Management* 352, 57–67
- Pirard R., Dal Secco L., Russel W. 2016. Do timber plantations contribute to forest conservation? *Environmental Science & Policy* 57, 122–130
- Rajaonarivelo H.M., Flores O., Ramamonjisoa B., Bouvet J.M. 2019. Importance of wind-dispersal in the invasion success of *Pinus kesiya* in Tapia forests in Madagascar. Antananarivo: ATBC, 1 p. Annual Association for Tropical Biology and Conservation (ATBC 2019). 56, 2019-07-30/2019-08-03, Antananarivo (Madagascar).
- Rajonshon H., Gérard J., Guibal D., Ramanantoandro T. 2014. Meilleure connaissance des propriétés des bois malgaches pour une valorisation durable des essences autochtones. Journées scientifiques du GDR 3544 Sciences du Bois, Nancy, France, 12-14 novembre 2014.
- Rakotovao G., Rabevohitra A.R., Collas de Chatelperron P., Guibal D., Gérard J. 2012. Atlas des bois de Madagascar. Éditions Quae 1^{ère} Edition, 418 p
- Ramage M., Burrige H., Busse-Wicher M., Fereday G., Reynolds T., Shah D., Wu G., Yu L., Fleming P., Densley-Tingley D., Allwood J., Dupree P., Linden P.F., Schermane O. 2017. The wood from the trees: The use of timber in construction. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 68, 333–359.
- Rambolarimanana T. 2018. Diversité génétique et sélection génomique d'*Eucalyptus robusta* Sm. (Myrtaceae) à Madagascar Thèse de doctorat en sciences agronomiques et environnementales - Université d'Antananarivo - Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, 149 p + annexes
- Randriambanona H, Randriamalala J R., Carrière S.M 2019. Native forest regeneration and vegetation dynamics in non-native *Pinus patula* tree plantations in Madagascar. *Forest Ecology and Management* 446, 20–28
- Smethurst, P.J., Almeida, A.C., Loos, R.A., 2015. Stream flow unaffected by Eucalyptus plantation harvesting implicates water use by the native forest streamside reserve. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 3, 187–198.

SRABE, 2018. Schéma Régional d'Approvisionnement en Bois-Energie - Région Analamanga - 2018-2030, 104 p

Verhaegen D., Randrianjafy H., Rakotondraoelina H.A., Rakotonirina M.C., Andriamampianina N., Montagne P., Rasamindisa A., Chaix G., Bouillet J.P, Bouvet J.M 2014. Eucalyptus robusta pour une production durable de bois énergie à Madagascar : bilan des connaissances et perspectives Bois et Forêts des Tropiques, 320 (2)

Vieilledent G., Grinand C., Rakotomalala F.A, Ranaivosoa R., Rakotoarijaona J.R, Allnut T.F., Achard F. 2018. Combining global tree cover loss data with historical national forest-cover maps to look at six decades of deforestation and forest fragmentation in Madagascar. Biological Conservation. 222, 189-197.

WCS. ONE. MNP. Etc Terra. 2015. Analyse des moteurs de déforestation et de dégradation dans les écorégions des forêts humides de l'Est et des forêts sèches de l'Ouest de Madagascar, 203p

Yang L., Liu, H. 2018. A review of Eucalyptus wood collapse and its control during drying, BioResources 13, 2171-2181.

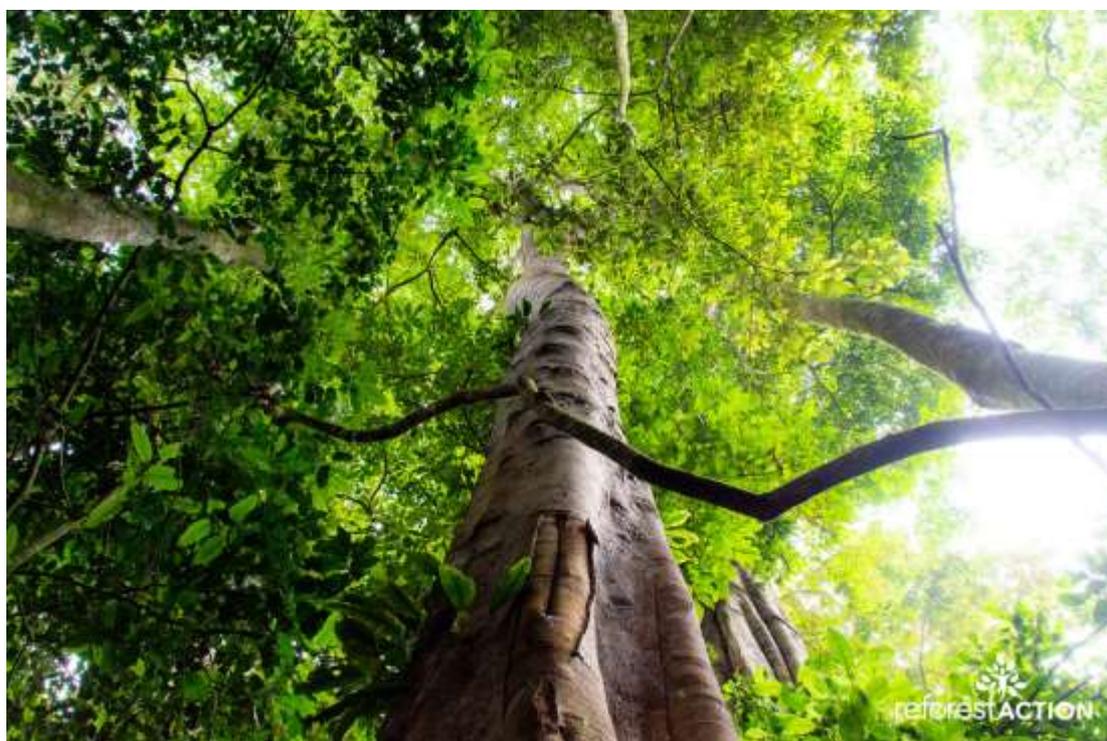
Reforest'Action : préserver et restaurer les forêts mondiales

Anne-Lise Avril

Spécialiste de la forêt, Reforest'Action est une entreprise française certifiée B Corp, fondée en 2010 par Stéphane Hallaire. Sa mission : répondre significativement aux enjeux des forêts décrits par l'ONU et la Science, en déployant à grande échelle une approche participative qui permet à chacun de protéger, restaurer et créer des écosystèmes forestiers diversifiés partout dans le monde - et fédérer ainsi une véritable Génération d'Entrepreneurs de la Reforestation associant développement social et restauration de l'environnement.

Reforest'Action : onze ans d'aventure entrepreneuriale au service des forêts

Visionnaire, le projet Reforest'Action est né en 2010 suite au voyage de Stéphane Hallaire au Sénégal. Sur place, celui-ci découvre un projet de reforestation et y plante son premier arbre, un manguier. C'est une révélation. A son retour en France, il quitte son travail et fonde l'entreprise Reforest'Action. Sa vision est alors très innovante : en permettant à chacun de planter en ligne l'arbre qu'il finance, Stéphane fait le pari d'impliquer concrètement et émotionnellement les entreprises et les citoyens dans la reforestation mondiale. Onze ans plus tard, **Reforest'Action a financé plus de 12 millions d'arbres dans 35 pays, avec un budget de 12 million d'euros provenant à 90 % du secteur économique (2.500 entreprises) et de 10 % de particuliers (235 000 citoyens).**



Notre vision de la reforestation et des projets forestiers

La reforestation correspond à l'action de reconstituer un écosystème forestier, **par la plantation et/ou par la régénération naturelle assistée**, en réponse à des aléas naturels ou à la déforestation. Fruit d'une coopération multi-acteurs notamment locaux, elle vise à restaurer, en s'appuyant sur la biodiversité via différentes essences d'arbres, **une forêt multifonctionnelle** dans la durée, qui fournira une large palette de services écosystémiques en faveur du bien-être de l'ensemble du vivant et notamment des êtres humains.

Complémentaire de la lutte contre la déforestation, elle se veut ainsi être la meilleure solution naturelle pour **préserver et renforcer la biodiversité et lutter contre le changement climatique**. En contribuant à limiter le réchauffement planétaire, la reforestation participe alors indirectement à limiter les phénomènes de sécheresses qui sont notamment à l'origine de la dégradation forestière.

Outre des projets de reforestation en zones tropicales et de reboisement en zones tempérées, d'autres types de projets forestiers financés par Reforest'Action contribuent également à ces différents objectifs, tels que **l'afforestation** (plantation d'arbres sur une zone jamais ou très anciennement boisée), ou encore **l'agroforesterie**. Cette dernière, dans les zones intertropicales à l'instar de l'Amazonie, offre une alternative durable à l'agro-industrie à l'origine de la déforestation, et contribue ainsi à lutter directement contre la déforestation.

Dans une démarche d'amélioration continue, nous développons également des projets de Régénération Naturelle Assistée (RNA), qui consistent en des opérations de gestion et d'entretien de forêts pour accompagner leur régénération et contribuer à leur amélioration en complément ou à la place de la plantation d'arbres, ainsi que des projets innovants, tels que des projets de forêts urbaines ou de vitiforesterie (intégration d'arbres au sein de parcelles viticoles) ou encore des plantations forestières en biodynamisation.



Les principes fondamentaux de Reforest'Action

Afin de préserver, de renforcer et de créer des forêts diversifiées en France et dans le monde, Reforest'Action sélectionne des projets forestiers, les soutient et en assure la qualité en appliquant quatre principes qui fondent nos actions.

- **Maintenir et renforcer la biodiversité et les services écosystémiques forestiers**

Chaque projet permet de renforcer tous les services rendus par la forêt (stockage de CO₂, filtration de l'eau, rétention des sols, bien-être des populations, etc.) sur le long terme et met l'accent sur la préservation et le renforcement de la biodiversité. Pour ce faire, Reforest'Action a défini un **Socle Commun de Multifonctionnalité** qui vise à garantir le développement de services écosystémiques et les capacités de résistance, d'adaptation et de résilience aux dérèglements environnementaux (sécheresse, attaque d'insectes...).

Ses principes essentiels sont la diversité des essences plantées, le maintien ou la création d'habitats servant à la faune et à la flore locales et la préservation du carbone stocké dans les sols.

- **Avoir une approche concertée avec les acteurs locaux**

Reforest'Action s'assure que chaque projet soutenu répond au mieux aux spécificités locales et aux besoins (notamment économiques) des populations, et s'assure du suivi et de la gestion durable des arbres plantés ou régénérés. Reforest'Action privilégie les projets communautaires de petite taille qui sont co-construits et portés par différentes parties prenantes (bénéficiaires, autorités locales, gestionnaires, ONG locales...).

- **Suivre les projets dans la durée**

Reforest'Action suit les projets dans la durée afin d'assurer la croissance des arbres plantés ou régénérés dans les meilleures conditions possibles. Les critères de suivi sont définis par Reforest'Action à partir des bonnes pratiques internationales et adaptés aux contextes locaux. Ce suivi permet aussi d'évaluer l'impact social, économique, biodiversité et climat de chaque projet, et d'en rendre compte auprès de nos parties prenantes.

- **Adopter une posture humble**

Les écosystèmes forestiers sont complexes et riches de leurs différences. Pour appréhender nos projets, nous nous appuyons sur les derniers travaux scientifiques, sur les compétences de nos partenaires locaux et celles des ingénieurs de Reforest'Action, mais nous laissons aussi une part de libre évolution à l'écosystème environnemental et social. En effet, devant une si grande complexité des interactions entre les êtres le constituant, nous adoptons une posture humble et nous plaçons dans une démarche de progression permanente, afin **d'apprendre et de s'améliorer collectivement en continu.**



En coulisses : la structuration de l'entreprise

L'équipe de Reforest'Action compte aujourd'hui plus de 50 talents connectés à la nature et au vivant, et animés d'une volonté d'agir ensemble pour une cause commune. Elle est constituée de quatre pôles :

- Le Pôle Forêt, qui sélectionne les projets forestiers, les accompagne et les suit dans la durée, en lien avec les porteurs de projets sur le terrain ;
- Le Pôle Entreprises, qui accompagne les entreprises finançant nos projets ;
- Le Pôle Communication, qui sensibilise aux enjeux des forêts, valorise et fait rayonner les actions et les projets de Reforest'Action ;
- Le Pôle Relations Institutionnelles, qui dialogue et collabore avec les institutions internationales afin de renforcer les actions en faveur des forêts.

Notre présence mondiale, grâce à notre réseau de porteurs de projets et de correspondants internationaux, nous permet aujourd'hui d'identifier de nouveaux projets de reforestation et d'œuvrer à grande échelle pour la protection et la restauration des écosystèmes forestiers.

La recherche de financements via le « crowdplanting »

Le crowdplanting est un modèle unique de plantation participative créé par Reforest'Action, qui permet à chacun d'agir concrètement en faveur de la protection et de la préservation des forêts diversifiées en France et dans le monde. L'objectif : rassembler le plus grand nombre d'acteurs, citoyens et organisations, autour d'un objectif commun, pour agir à **grande échelle et de manière qualitative** en faveur des forêts.

Ce modèle est orchestré autour de trois piliers :

- Les financeurs (citoyens ou entreprises) qui apportent les fonds nécessaires au développement des projets et à leur suivi ainsi qu'aux frais de gestion de Reforest'Action ;
- Les porteurs de projets (ancrés sur le terrain, experts des enjeux environnementaux et socio-économiques des forêts) ;
- L'équipe interne de Reforest'Action, qui sélectionne les projets, leur apporte un soutien technique et financier, et suit de près leur évolution et leurs bénéfices dans la durée.

Convaincus que les entreprises de toute taille sont les mieux placées pour agir à grande échelle en réponse aux enjeux du climat et de la biodiversité, Reforest'Action a d'abord commencé par adresser les entreprises, pour les impliquer pleinement en faveur des forêts et les accompagner vers davantage de responsabilité sociétale, notamment en les invitant à réduire avant toute chose leur empreinte environnementale.

Parallèlement, nous adressons également le grand public, notamment via des actions de sensibilisation à grande échelle, comme le Mois de la Forêt, qui a lieu chaque année en mars et qui vise à sensibiliser les particuliers aux enjeux et aux bénéfices des forêts mondiales. Aujourd'hui, plus de 235 000 citoyens contribuent au financement de projets forestiers sur notre site internet. En agissant concrètement pour la forêt, ces citoyens développent également un nouveau regard sur leur rapport à la Nature, leur impact personnel sur les écosystèmes naturels, et sont incités à réduire leur empreinte sur la forêt et le climat.

Notre écosystème de partenaires et de porteurs de projets

Parce que l'union fait la force, nous agissons en France et dans le monde avec un vaste réseau d'organisations, d'associations et de partenaires économiques, institutionnels et scientifiques : de l'ONF à France Nature Environnement, en passant par l'écosystème B Corp ou le C3D. Notre volonté est d'avancer dans une dynamique collective, en y associant ceux qui souhaitent s'engager dans cette démarche de co-construction. Nous sommes également dotés d'un comité éthique et d'un comité technique, et nos projets forestiers sont vérifiés par Ecocert Environnement. A échelle globale, nous développons progressivement notre réseau auprès d'organisations et initiatives internationales telles que la Circular Bioeconomy Alliance ou la FAO. Notre objectif est d'agir à grande échelle afin d'apporter une réponse concrète aux enjeux internationaux : le GIEC préconise à cet égard de boisser 1 milliard d'hectares de forêts supplémentaires pour contenir à 1,5 degrés C le réchauffement d'ici 2050.



Sur le terrain, les porteurs de projets de Reforest'Action sont des ONG, des associations ou encore des propriétaires forestiers privés ou publics, qui répondent à une exigence de rigueur et de transparence. Nous collaborons avec plus de 900 porteurs de projets depuis notre création. Dans le cadre de chaque projet, nous nous appuyons **sur un réseau d'experts, de gestionnaires et de techniciens forestiers qui garantissent la bonne gestion, la qualité et le suivi des projets dans la durée.**

La sélection des projets forestiers financés par Reforest'Action

L'ensemble des projets forestiers que nous soutenons, que ce soit en zones tempérées (France, Europe, Etats-Unis) ou tropicales (Afrique, Amérique du Sud, Asie...) ont pour objectif de développer, dans la durée, la multifonctionnalité des forêts, et de contribuer à générer des bénéfices pour la planète et l'humanité.

La sélection des projets se fait sur la base de cahiers des charges spécifiques à chacune de ces deux zones du globe : les projets doivent ainsi notamment répondre aux principes du Socle Commun de Multifonctionnalité développé par Reforest'Action, qui comprend notamment la plantation d'une grande diversité d'essences d'arbres. Quant au choix des zones, nous identifions les zones à reboiser en fonctions des besoins locaux, de la qualité des acteurs et des financements disponibles.



Le suivi des projets financés dans la durée

Le protocole de suivi des projets de Reforest'Action repose sur trois piliers.

- Le premier pilier est le **suivi continu réalisé au quotidien par nos partenaires sur le terrain** via leurs experts, agronomes et autres techniciens locaux, avant et pendant la réalisation des projets.
- Le deuxième pilier est le **suivi à distance réalisé par Reforest'Action**, en collaboration avec nos partenaires techniques. Concrètement, ce suivi à distance a lieu en continu grâce aux relations que nous entretenons avec les porteurs de projets, par téléphone, par mail, par Skype ou par WhatsApp. Ces échanges de documents, photos et vidéos permettent de maintenir un lien permanent et de suivre la réalisation des projets au fur et à mesure. L'objectif : assurer aux forêts la meilleure croissance possible, évaluer les services écosystémiques générés par les projets, identifier les points d'amélioration.
- Le troisième pilier est constitué de **visites des projets sur le terrain**. En zones tropicales, une mission de suivi sur le terrain est conduite une fois par an par Reforest'Action, avec les porteurs de projets locaux. En zones tempérées, et notamment en France, deux visites de suivi sont réalisées au cours des 5 premières années pour s'assurer de la réalité des travaux qui ont été menés ainsi que de l'atteinte des objectifs en termes de reprise des plantations ou de régénération naturelle. Ces visites sont

l'occasion de rencontrer les porteurs de projets sur le terrain, et permettent par ailleurs de vérifier le bon respect du cahier des charges de Reforest'Action, notamment en termes de diversité des essences et du maintien d'un écosystème propice au développement de la biodiversité.



L'ambition de Reforest'Action : 1 milliard d'arbres plantés ou régénérés d'ici 2030

Notre ambition pour le futur est de continuer, via la restauration des forêts, à contribuer à la création de nouveaux modèles de sociétés durables, en apportant une réponse concrète et d'envergure à l'urgence climatique et à l'érosion de la biodiversité, deux grands enjeux qui conditionnent l'avenir de l'humanité. **D'ici 2030, grâce notamment à notre collaboration croissante avec les institutions et initiatives internationales et aux partenariats avec des entreprises de plus en plus engagées, nous avons pour objectif de planter et régénérer 1 milliard d'arbres à travers le monde** grâce à l'incalculable travail de nos porteurs de projets sur le terrain. Pour agir dans cette optique, nous voulons contribuer à développer une génération d'entrepreneurs de la reforestation, alors que s'ouvre cette année la Décennie de l'ONU pour la restauration des écosystèmes.

Dans une démarche d'amélioration continue, nous continuerons ainsi à développer des projets de Régénération Naturelle Assistée (RNA), qui consistent en des opérations de gestion et d'entretien de forêts pour accompagner leur régénération et contribuer à leur amélioration en complément ou à la place de la plantation d'arbres, ainsi que des projets innovants, tels que des projets de forêts urbaines ou de vitiforestierie (intégration d'arbres au sein de parcelles viticoles) ou encore des plantations forestières en bio dynamisation.

Compenser ses émissions de CO2 : une fausse bonne idée ?

Alain Karsenty

*Extrait de **REGARD D'EXPERT** du 10 novembre 2021*

(avec l'autorisation du Cirad et des auteurs)

Source : CIRAD - <https://www.cirad.fr/les-actualites-du-cirad/actualites/2021/compensation-et-neutralite-carbone>

La neutralité carbone aura été l'un des sujets phares tout au long de COP26 à Glasgow. Nombreux ont été les pays et de grandes entreprises, voire multinationaux, à promettre d'atteindre cet objectif d'ici la fin du siècle. Pour autant, rien ne nous dit quelle voie ces parties prenantes emprunteront pour cela. Si la compensation fait partie des solutions, pour Alain Karsenty, économiste expert des instruments économiques pour l'environnement, elle est pourtant, souvent, la dernière à mettre en œuvre.



Les projets forestiers de compensation carbone concernent souvent des plantations d'eucalyptus pour leur croissance rapide. Photo © Cirad, Emmanuel Torquebiau

Pourquoi la compensation carbone est-elle si séduisante pour les parties prenantes visant la neutralité carbone ?

Alain Karsenty : Cette solution est séduisante, car elle est simple. Il est généralement beaucoup **moins coûteux de réduire ses émissions** ailleurs que de le faire au sein de son propre périmètre, que ce soit pour une entreprise ou à titre individuel. L'entreprise ou l'individu achète ce qu'il est convenu d'appeler des « crédits carbone », qui sont générés par des projets à divers endroits de la planète. Il peut s'agir de projets dans le secteur de l'énergie, de la gestion des déchets, des forêts ou de l'agriculture.

La compensation carbone présente néanmoins **deux principaux effets pervers**.

Parce qu'elle donne « bonne conscience », la compensation n'incite pas à réorienter les entreprises à se tourner vers des activités moins émettrices, elle laisse se perpétuer des pratiques dommageables et ne pousse pas les consommateurs à la sobriété. Les voyageurs qui compensent leurs émissions vont, par exemple, continuer à utiliser fréquemment l'avion. Ils contribuent ainsi au développement d'une offre aérienne toujours plus large et agressive, au gigantisme et à la congestion des aéroports, etc. Les entreprises concernées vont, de leur côté, communiquer sur leur objectif de neutralité carbone sans avoir à remettre en question leur modèle économique.

Le report de l'action n'est donc en rien bénéfique.

La compensation carbone est-elle une option à rejeter totalement ?

A. K. : Pas forcément. Pour avoir un sens dans la lutte contre le changement climatique, **le mécanisme de compensation doit s'inscrire dans une séquence « Éviter – Réduire – Compenser »**. L'acteur économique doit d'abord chercher à éviter des émissions, en changeant ses pratiques ou en renonçant à certaines activités. S'il ne peut ou ne veut pas renoncer à certaines activités, il faut réduire, autant que faire se peut, ses émissions en optimisant ses activités. Si, au bout du processus, il reste des émissions qui n'ont pu être ni évitées ni réduites, alors la compensation peut être envisagée.

Le problème est que, dans des sociétés tournées vers la consommation, il est rare que les parties prenantes « évitent » de développer des activités génératrices de profit, mais aussi d'emplois et de recettes fiscales. Le premier terme de la séquence est donc rarement respecté. Ensuite, réduire peut coûter cher. Si une partie des émissions peut être évitée par l'optimisation des processus de production, les changements structurels coûtent souvent plus cher que l'achat de crédits carbone. Plus le prix des crédits carbone sera bas, moins les entreprises seront incitées à entreprendre ces changements structurels. Comme le nombre potentiel de projets de compensation est pratiquement illimité, la quantité de crédits carbone qu'ils peuvent générer l'est également, ce qui exerce une pression à la baisse sur leurs prix.

Certains projets de compensation peuvent néanmoins apporter des bénéfices locaux significatifs, en termes d'emplois, d'équipements, voire de partage des bénéfices de la vente de crédits carbone avec les communautés locales. D'autres sont efficaces pour réduire la déforestation ou inciter aux changements de pratiques agricoles en apportant des financements qui font défaut. D'autres encore sont plus discutables, notamment quand la compensation carbone se fait par des plantations d'arbres à croissance rapide tels que l'eucalyptus. S'ils sont mal pensés, ces projets peuvent avoir des effets néfastes sur la biodiversité, la disponibilité en eau et les sols.

Quelles sont les raisons qui font que les projets de compensation manquent de crédibilité ?

A. K. : Pour être crédibles, les projets de compensation carbone doivent **remplir au moins trois conditions**. Or, celles-ci sont très difficilement tenables.

En premier lieu, on trouve la condition d'additionnalité. Elle concerne aussi bien les projets dans le domaine de l'énergie que de la forêt ou de l'agriculture.

L'additionnalité d'un projet signifie que les réductions d'émission sont strictement issues des efforts associés au projet. Ainsi, les projets suffisamment profitables pour le changement climatique avant toute rémunération carbone ne devraient normalement pas pouvoir être éligibles à la compensation et émettre de crédits carbone. Or, ce critère est très difficile à vérifier, car il fait intervenir la subjectivité des porteurs de projets et des observateurs extérieurs.

Dans le domaine de l'énergie, de très nombreux projets ont, dans un passé récent, fait passer des renouvellements programmés de leurs équipements productifs pour des ruptures technologiques majeures qui ne seraient pas intervenues sans l'incitation financière des crédits carbone.

Dans le domaine forestier, des projets de plantations industrielles d'arbres destinés à la pâte à papier peuvent être suffisamment rentables sans crédits carbone, c'est-à-dire qu'ils seraient entrepris de toute manière. Par ailleurs, la très grande majorité des projets forestiers de compensation carbone (près de 90 % des crédits émis) visent de la « déforestation évitée », c'est-à-dire à protéger des forêts susceptibles d'être déboisées. Mais, la crédibilité de ces projets pose question : la stratégie du porteur consiste souvent à prédire le scénario du pire - une très forte hausse de la déforestation - pour pouvoir prétendre ensuite l'avoir évitée. Or, pour la majorité des zones forestières, on ne peut pas savoir quand elles seront déboisées ni à quel rythme. Cela dépend des prix des produits agricoles payés aux producteurs, qui dépendent eux-mêmes de facteurs imprévisibles (variation des cours des produits agricoles, des taux de change, etc.), des migrations, du climat et des changements de politique.

Les deux autres conditions sont plus spécifiques aux projets forestiers ou agricoles : il s'agit de la permanence du stockage du carbone dans les arbres ou dans les sols et de la prise en compte des fuites de carbone.

Une grande partie du CO₂ émis reste dans l'atmosphère pendant plusieurs siècles et contribue ainsi au changement climatique. Plus le stock de CO₂ dans l'atmosphère est élevé, plus le temps nécessaire pour évacuer le CO₂ supplémentaire émis s'accroît. En outre, les puits de carbone (forêts, océans, etc.) absorbent chaque année environ la moitié du CO₂ généré par nos activités. Or, ces puits sont de moins en moins puissants, notamment les forêts tropicales sous l'effet de la déforestation, des sécheresses et de la hausse des températures. Aussi, pour être réellement efficaces, les projets de compensation devraient pouvoir garantir **un stockage sur carbone sur plusieurs siècles**. Ce que, bien évidemment, aucun d'entre eux n'est capable de réaliser en raison de nombreux facteurs de non-permanence. Les plantations forestières sont sujettes aux incendies voire à des « méga-feux » en augmentation spectaculaire ces dernières années, mais aussi aux pathologies végétales et autres attaques de parasites. Au facteur climatique s'ajoutent les décisions politiques de changement d'usage des terres pour l'agriculture ou l'exploitation minière.

Ce n'est pas tout. Les « **fuites de carbone** », par déplacement des pressions économiques, constituent un autre problème qui affecte plus particulièrement les projets de déforestation évitée. Il y a des fuites directes - les paysans vont dans les forêts voisines, car ils ne peuvent plus accéder à la forêt protégée pour établir leurs cultures - mais aussi indirectes - les investisseurs « lointains » vont développer des plantations sur des formations boisées ailleurs sur le territoire. Les fuites sont pratiquement inévitables dans la mesure où elles découlent de l'accroissement de la demande en terres et produits agricoles. Or, les projets ne sont pas en capacité d'intervenir sur ces évolutions de la demande.

Il existe des certifications pour garantir la qualité des crédits carbone. Comment fonctionnent-elles ?

A. K. : Des organismes privés de certification, que l'on appelle des « standards », proposent de garantir que ces trois conditions, parmi d'autres, sont remplies pour certifier les crédits carbone émis. Les référentiels techniques de ces organismes sont plutôt solides. Cependant, les vérifications sont effectuées par des auditeurs accrédités par les standards. Or, ces auditeurs sont en concurrence sur le marché de la certification et ainsi souvent enclins à faire preuve de complaisance pour ne pas perdre leur clientèle potentielle. Quant aux standards, le fait qu'ils touchent des redevances sur chaque crédit carbone certifié suggère qu'ils ont intérêt à les voir se multiplier.

Si **ces certifications ne peuvent véritablement garantir totalement la compensation**, elles sont plutôt **attentives aux aspects sociaux**. En adoptant les principes de sauvegarde sociale développés par les grandes organisations internationales, elles protègent les populations des logiques d'accaparement des terres mises en œuvre dans le but de séquestrer du carbone. Toutefois, des conflits et évictions de populations liées aux projets de compensation carbone interviennent parfois sur les aires protégées. Les financements carbone donnent en effet les moyens aux agents des administrations de « reprendre en main » ces aires protégées au sein desquelles des populations, souvent des migrants, se sont installées. D'où les critiques de certaines ONG vis-à-vis des projets forestiers de compensation carbone, accusés de retirer l'accès à des ressources boisées et à du foncier pour ces populations.

Peut-on conclure que les forêts et l'agriculture ne devraient pas faire partie des mécanismes de compensation et des marchés carbone ?

A. K. : Tout à fait. La variabilité du vivant est trop importante pour pouvoir être prise en compte dans ces mécanismes qui demandent des garanties fortes en termes d'intégrité environnementale. Un crédit carbone est un droit d'émission qui a été attribué par un régulateur ou que l'on s'attribue à soi-même si on est le cadre d'un marché volontaire. On ne peut pas se permettre de risquer de jouer avec de la « fausse monnaie climatique ». La priorité doit être de **tout faire pour éviter et réduire les émissions** dans notre propre périmètre sans prétendre les avoir neutralisées en achetant des crédits incertains provenant d'un projet lointain.

Financer les transitions agroécologiques et la protection des forêts est indispensable, mais **on dispose d'autres instruments**. Le Costa Rica, par exemple, finance un vaste programme national de paiements pour services environnementaux à l'aide de redevances sur les carburants et sur la distribution de l'eau. D'autres ressources fiscales sont également envisageables. Une taxation efficace et croissante des émissions et des diverses atteintes à l'environnement ne sert pas seulement à dissuader de polluer, elle génère aussi des flux financiers qui doivent être utilisés pour financer ces transitions.

« Guide pratique des plantations d'arbres des forêts denses humides d'Afrique »

Présentation

Dans le cadre de ce numéro des feuilles du Flamboyant, il est rappelé également la sortie de ce guide publié par un collectif d'ingénieurs forestiers de l'école de Gembloux (dont plusieurs CIRAD-iens)



En Afrique, les plantations d'arbres sont amenées à se développer pour plusieurs raisons : restauration des capacités de production et des services rendus par les forêts naturelles, valorisation des terres agroforestières, récolte plus aisée du bois et des produits forestiers non ligneux, etc. Les espèces exotiques n'offrant que des services spécifiques, il importe de redynamiser la plantation d'espèces locales. C'est l'objet de ce guide, qui s'est focalisé sur les essences des forêts denses humides, en capitalisant des résultats d'essais passés ou récents de six pays africains, et en mobilisant des compétences et connaissances individuelles.

L'ouvrage aborde de façon pratique les différentes étapes d'un programme sylvicole : récolte et gestion des semences, construction et gestion des pépinières, modalités d'installation et de conduite des plantations. Une estimation des coûts et de la rentabilité de telles plantations est également fournie. Enfin, le livre décrit en détail l'itinéraire sylvicole de 50 espèces d'arbres des forêts denses humides africaines.

Ce guide est destiné à un large public : gestionnaires, aménagistes, techniciens et ingénieurs forestiers, étudiants et scientifiques intéressés par la sylviculture tropicale.

Auteur : Collectif

Editeur : [Presses Agronomiques De Gembloux](#)

Date parution : 08/2021



2 - Actualités de l'AFT

Tout au long de l'année 2021, l'activité de l'AFT a été encore largement impactée par la crise sanitaire de la Covid. Malgré ces contraintes sanitaires, l'AFT poursuit tant que possible ses rencontres et ses travaux.

Principales dates ou activités de l'AFT en 2021 :

- mars 2021 :

Sortie du 2^{ème} volume de « Vivre et travailler en forêt tropicale » (VTFT 2) coordonnée par Olivier Soulères et Jean-Paul Lanly. Par rapport au 1^{er} volume, ce 2^{ème} livre s'est donné pour objectif d'associer des témoignages de forestiers africains. Voir la présentation ci-après

- septembre 2021 :

Rencontres annuelles de l'AFT dans les Gorges de l'Ardèche (Blachas) associées à la tenue de l'Assemblée générale ordinaire de l'AFT en date du 16 septembre

Jeudi 16 septembre

Matin : visite de la **Grotte Chauvet** (aussi appelée caverne du Pont d'Arc, caverne préhistorique reconstituée avec fresques)

Après-midi : libre (Gorges de l'Ardèche, Aven d'Ornac, villages pittoresques, ...)

Fin d'après-midi (17.30–20.00) : Assemblée générale

Vendredi 17 septembre

Excursion de la journée entière pour tous les participants en car avec guide du **Pont-du-Gard (matin)** et de **la ville d'Uzès (après-midi)**

Samedi 18 septembre :

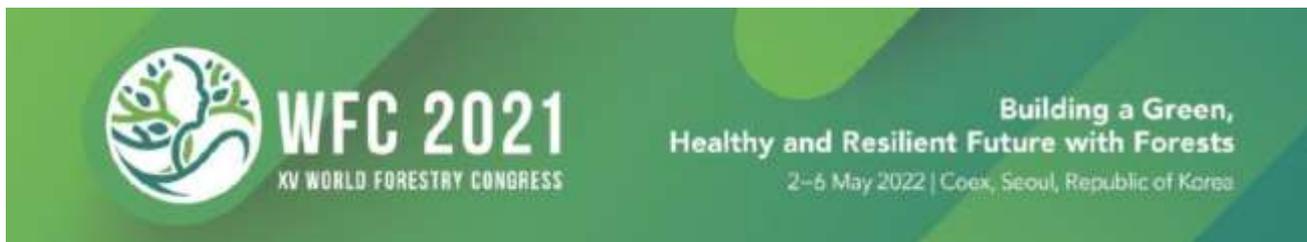
Matin : visites guidées en **forêt publique et privée** au nord d'Alès

Après-midi : visite de la **Bambouseraie d'Anduze** (Prafance)

- octobre 2021 :

Finalisation de la contribution de l'AFT au prochain congrès forestier mondial qui se tiendra en Corée en mai 2022

Voir texte page ci-après



Les dispositifs de recherche forestières à long terme en Afrique: un patrimoine à soutenir et à valoriser pour relever les défis mondiaux.

Authors :

Pity Balle (1), Jean Guy Bertault (2), Alain Chaudron (3), Pape Djiby Kone (4), Jean Prosper Koyo (5), Bernard Mallet (2 contact person bernard.mallet@cirad.fr), Raphael Njoukam (6), François Wencelius (2).

(1) Côte d'Ivoire ; (2) AFT, France ; (3) AIFM, France, (4) Senegal ; (5) Congo Republic ; (6) Cameroon

« Les activités de recherche forestière sont développées depuis longtemps en Afrique, concernant les écosystèmes forestiers naturels comme les plantations forestières.

Des parcelles de recherche forestière de long terme ont été établies dans divers pays d'Afrique de l'Ouest et du Centre, afin de disposer d'informations sur la croissance et la productivité des espèces forestières. L'objectif était de préciser les modalités de gestion appropriées, pour optimiser la production de bois, et produits non ligneux. De nombreuses expérimentations ont ainsi été mises en place, comme au Sénégal, au Cameroun, en Côte d'Ivoire, en République du Congo.

De tels dispositifs ont été installés depuis les années trente, avec un grand développement dans les années 70 et 80. Ces dispositifs ont souvent été mis en place dans le cadre de partenariats scientifiques et financiers, nationaux et internationaux.

Si nombre de dispositifs ont été mises en place il y a près de 40 ans, visant la production de bois et produits non ligneux, ils fournissent aujourd'hui des données précieuses sur la dynamique du carbone dans les arbres et les sols, l'évolution de la biodiversité, sur l'impact du changement climatique sur la dynamique des forêts, sur le processus de désertification en régions sèches.

De telles expérimentations, quantifiant les services environnementaux des écosystèmes forestiers, sont cruciales dans le contexte des changements globaux auxquels la planète comme les régions tropicales, sont confrontées. Mais nombre de ces expériences forestières sont confrontées à un manque de soutien financier, voire au désintérêt de la part des décideurs et des agences de financement, nationales ou internationales.

La reconnaissance de ces dispositifs forestiers à long terme en tant que « patrimoine forestier national et international » doit être encouragée, afin qu'une attention et des financements appropriés soient accordés à la conservation et à la revitalisation de ces dispositifs d'intérêt majeur. »

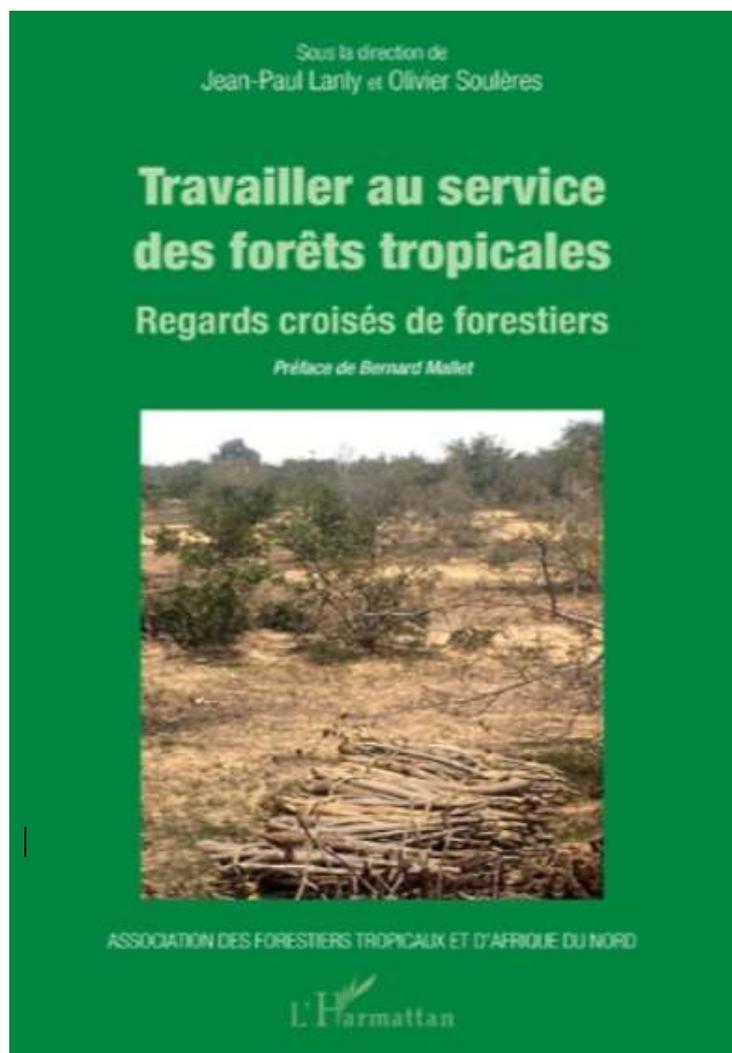
3 - Des publications de l'AFT à offrir

Le dernier ouvrage de l'AFT est sorti en mars 2021 :

« Travailler au service des forêts tropicales

Regards croisés de forestiers »

Un livre de témoignages de forestiers tropicaux, de différentes nationalités, africaines, sudaméricaine et française, sous la direction de **Jean-Paul Lanly** et **Olivier Soulères**, et préfacé par **Bernard Mallet**, président de l'AFT



Dans la suite des livres «*Vivre et travailler en forêt tropicale*» (L'Harmattan, 2016) et «*Vivre et travailler en forêt au Maghreb*» (L'Harmattan, 2019), cet ouvrage est un recueil de témoignages sur leur vécu professionnel de forestiers d'Afrique, d'Amérique latine et de France ayant travaillé sous les tropiques. Œuvrant dans des institutions et entreprises de gestion et conservation des forêts, pour des parcs nationaux et autres aires protégées, enseignants et chercheurs pour certains, ils ont choisi ces métiers le plus souvent par vocation née parfois dans leur jeune âge. Ils expriment la fierté d'accomplir leur mission de valorisation et de protection de ces écosystèmes forestiers. Ils insistent sur l'engagement sur le long terme d'un tel travail au service des forêts tropicales, mais aussi sur la difficulté à faire partager avec les différentes parties prenantes la gravité des conséquences à plus ou moins long terme de la dégradation de ces ressources forestières. Précédant ces témoignages, la première partie de l'ouvrage est consacrée à la présentation de deux situations d'aménagement forestier, l'une sous les Tropiques secs au Niger, l'autre sous les Tropiques humides en Guyane française.

Jean-Paul Lanly, diplômé de l'Ecole Polytechnique et de l'Ecole forestière de Nancy, docteur ès-sciences, a travaillé au CTFT, puis à la FAO jusqu'en 1996. Membre émérite de l'Académie d'Agriculture de France. Ancien Président de l'Association des forestiers tropicaux et d'Afrique du Nord.

Olivier Soulères, ingénieur agronome et du Génie Rural, des Eaux et Forêts, a travaillé notamment à l'ONF comme Coordonnateur des directions régionales de l'ONF dans les départements d'Outre-Mer et en Corse, puis comme Chef de l'Inspection Générale de l'ONF jusqu'en 2016.

« Qui a planté un arbre n'a pas vécu inutilement »

Proverbe africain

Contact :



ASSOCIATION
DES FORESTIERS
TROPICAUX ET
D'AFRIQUE DU NORD

Association des Forestiers Tropicaux
et d'Afrique du Nord

s/c Bernard MALLET

mail : bernard.mallet@cirad.fr

Diffusion :

AFT :

Voir coordonnées ci-contre

Editions l'Harmattan :



www.editions-harmattan.fr

Livre de 298 pages

Format : 24 X 15,5 cm

Prix : 31 €

Date de parution : 30/3/2021
Code ISBN : 978-2-343-22801-3

Les auteurs de « Travailler au service des forêts tropicales - Regards croisés de forestiers »

Titre article	Prénom	Nom	Pays	date naissance	Lieu naissance	Formation
L'aménagement des forêts de Guyane française	Abouvacar	Ichaou	Niger	1957	Mirriah (Zinder)	ingénieur recherche et aménagiste forestier chercheur en phytoécologie
L'aménagement des brousses tigrées du Niger	Olivier	Soulères	France	n.c.	n.c.	ingénieur du Génie rural et des Eaux et forêts
Forestier des tropiques : un Noir fou au milieu des blancs	Balle	Pity	Côte d'Ivoire	1982	Kabia (Gagnoa)	ingénieur agronome et forestier
Du fayard à l'okoumé	Bernard	Dufay	France		Franche Comté	"broussard" et commercial
L'expérience d'un forestier novice et itinérant	Guy	Fradin	France	1950	n.c.	ingénieur du Génie rural et des Eaux et forêts
Forestier spécialiste de la faune devenu écrivain	Mounar	Guèye	Sénégal	1948	Saint-Louis	ingénieur des Eaux et forêts
D'une jeunesse sur les rives du Fleuve au métier de forestier	Pape Djiby	Koné	Sénégal	1947	Rchard-Toll (Saint-Louis)	ingénieur des travaux des Eaux et forêts
Amélioration génétique et sulviculture du limba (<i>Terminalia superba</i>) en République du Congo	Jean Prosper	Koyo	République du Congo	1948	Zaganlove	ingénieur agronome et des Eaux et forêts de Gembloux
La saga du Plan d'action forestier tropical (PAFT) (1985-1995)	Jean-Paul	Lanly	France	1938	Casablanca (Maroc)	ingénieur du Génie rural et des Eaux et forêts
Premier pas d'un jeune forestier tropical au Congo	Claude	Lebahy	France	1959	Vitré	ingénieur des travaux des Eaux et forêts
Recherches en entomologie et pathologie forestières en Côte d'Ivoire	Michel	Malagnoux	France	1945	Bugeat	spécialiste de la protection des végétaux
Cinquante ans d'éducation forestière au Pérou et en Amérique Latine	Jorge	Malleux	Pérou	1941	Lima	ingénieur des sciences forestières de l'Université de Lima
Quelques morceaux choisis d'une carrière de forestier :	Raphaël	Njoukam	Cameroun	1947	Nkongsamba	ingénieur agronome et des Eaux et forêts de Gembloux
Souvenirs de mes premières années d'Indochine	Bernard	Rollet	France	1922	Molesme	ingénieur du Génie rural et des Eaux et forêts
Le parcours d'un forestier, du pays des mille collines à l'Aventino, une des sept collines de la cité éternelle (Rome)	Dan	Rugabira	Rwanda	1953	Kibuyé	ingénieur forestier de l'université de Dar-Es-Salaam
L'homme "qui parlait aux arbres de sa terre"	El Hadji (Mbara)	Sène	Sénégal	1942	Sokone (Sine-Saloum)	ingénieur des travaux des Eaux et forêts et de l'école des Eaux et Forêts de Nancy
Dans l'urgence au Cambodge	Thirong Patrick	So	France	1963	Lyon	ingénieur des travaux des Eaux et forêts
Cinq années inoubliables... Zoreille forestier à la Réunion	Olivier	Soulères	France	n.c.	n.c.	ingénieur du Génie rural et des Eaux et forêts
Comme t'ai été amené à m'occuper d'aménagement de la forêt tropicale ombrophile	Bernard	Vannière	France	n.c.	n.c.	ingénieur du Génie rural et des Eaux et forêts
Il est dangereux de se pencher dehors	Jean	Werquin	France	1919	Chirongui	ingénieur du Génie rural et des Eaux et forêts

Autres ouvrages publiés pour rappel :



« Vivre et travailler en forêt au Maghreb »

Collection de témoignages dirigées par
Abdelhamid Khaldi
et
Jean-Paul Lanly

Editions L'Harmattan

« Vivre et travailler en forêt tropicale »

Collection de témoignages dirigées par
Jean-Claude Bergonzini
Jean-Paul Lanly

Editions L'Harmattan

« Au service des forêts tropicales - Tome 1 »

Ouvrage écrit par Joanny Guillard

Editions Agro Paris Tech

« Au service des forêts tropicales - Tome 2 »

Ouvrage écrit par Joanny Guillard

Editions Agro Paris Tech

Pour toute commande par les adhérents de l'AFT, s'adresser à l'AFT pour bénéficier d'une réduction sur ces ouvrages.

Association des Forestiers Tropicaux et d'Afrique du Nord (AFT)

s/c M. Jean-Paul LANLY

42 rue Albert Thomas

75010 Paris

jean-paul.lanly@orange.fr

4 – Bulletin d'adhésion



ASSOCIATION
DES FORESTIERS
TROPICAUX ET
D'AFRIQUE DU NORD

Association des Forestiers Tropicaux et d'Afrique du Nord

(association de droit français, loi de 1901, d'intérêt général)

☆☆☆

La cotisation de base est fixée à 40 € pour l'année 2021
pour les citoyens français résidant en France,
à 10 € pour les étudiants, et à 15 € pour toutes les autres personnes

Nom :

Prénom :

Adresse :

Code postal :

Ville :

Téléphone :

Pays :

Email :

Statut professionnel actuel :

Pays de séjour ou de missions tropicales :

.....

- Reconnaît avoir pris connaissance des statuts de l'Association des Forestiers Tropicaux et d'Afrique du Nord, et soumet mon adhésion au Bureau de l'Association,
- Autorise la diffusion de mes coordonnées aux autres adhérents de l'Association,
- Fait, en plus, un don deeuros au bénéfice de l'Association

Fait à, le.....

Signature :

Merci d'adresser ce formulaire accompagné de votre règlement (adhésion, soit 40 € + don éventuel)
au nom de : Amicale des Forestiers Tropicaux à l'adresse suivante :

Association des Forestiers Tropicaux et d'Afrique du Nord (AFT)
s/c M. Jean-Paul LANLY
42 rue Albert Thomas
75010 Paris
jean-paul.lanly@orange.fr