

CONVENTION SUR LE COMMERCE INTERNATIONAL DES ESPECES  
DE FAUNE ET DE FLORE SAUVAGES MENACEES D'EXTINCTION



Dix-septième session de la Conférence des Parties  
Johannesburg (Afrique du Sud), 24 septembre – 5 octobre 2016

LE BOIS PRECIEUX DE MADAGASCAR: EVALUATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE EN VUE DE LA  
REALISATION DES OBJECTIFS CITES

1. Le présent document est soumis par les États-Unis d'Amérique\*, en relation avec le point 55 de l'ordre du jour sur *Ébènes (Diospyros spp.) et palissandres et bois de rose (Dalbergia spp.)*

---

\* Les appellations géographiques employées dans ce document n'impliquent de la part du Secrétariat CITES (ou du Programme des Nations Unies pour l'environnement) aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires ou zones, ni quant à leurs frontières ou limites. La responsabilité du contenu du document incombe exclusivement à son auteur.



WORLD  
RESOURCES  
INSTITUTE



WORLD BANK GROUP



PROFOR



# Le bois précieux de Madagascar

Evaluation scientifique et technique en vue de la réalisation des objectifs CITES

RAPPORT FINAL  
Juin 2016



## Auteurs

Jonathan Mason, M.P.A., World Resources Institute

Meaghan Parker, M.Sc., World Resources Institute

Laura B. Vary, Ph.D., World Resources Institute

Porter P. Lowry II, Ph.D., Missouri Botanical Garden

Sonja Hassold, Ph.D., ETH-Zurich

Giovanni Ruta, Ph.D., The World Bank

*Photo de couverture:* Grumes de bois de rose stockées le long de la rivière Onive/Ankavanana qui se déverse dans la mer à Ambohitralanana au sud d'Antalaha/est de Maroantsetra. Photo fournie gracieusement par Annah Peterson 2010.

## Remerciements

Nous tenons à remercier le Programme sur les Forêts pour son appui financier.



## Disclaimer

Ce volume est un produit du personnel de la Banque Internationale pour la Reconstruction et le Développement / la Banque Mondiale. Les résultats, interprétations et conclusions exprimées dans ce document ne reflètent pas nécessairement les points de vue des Administrateurs de la Banque Mondiale ou des Gouvernements qu'ils représentent. La Banque Mondiale ne garantit pas l'exactitude des données incluses dans ce document. Les limites, les couleurs, les dénominations et autres informations figurant sur les cartes dans ce travail ne comporte aucune appréciation de la part de la Banque mondiale concernant le statut juridique d'un territoire, ni l'approbation ou acceptation de ces délimitations.

## Déclaration de droits d'auteur:

Le contenu de cette publication est protégé par des droits d'auteur. Copier et/ou transmettre une partie ou la totalité de cet ouvrage sans autorisation peut constituer une violation de la loi en vigueur. La Banque Internationale pour la Reconstruction et le Développement / Banque Mondiale encourage la diffusion de ses travaux et, normalement, accorde la permission de reproduire une partie du travail rapidement.

Pour obtenir l'autorisation de photocopier ou réimprimer toute partie de ce travail, s'il vous plaît envoyer une demande avec des informations complètes au Copyright Clearance Center, Inc., 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, USA, téléphone 978-750-8400, fax 978-750 -4470, <http://www.copyright.com/>

Toute autre requête sur les droits et licences, y compris les droits subsidiaires, doivent être adressées à l'Office de l'éditeur, La Banque Mondiale, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, USA, fax 202-522-2422, e-mail : [pubrights@worldbank.org](mailto:pubrights@worldbank.org)



## Table des matières

|                                                                                                                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUCTION .....                                                                                                                                                                                             | 5  |
| 2. CONTEXTE MONDIAL ET NATIONAL .....                                                                                                                                                                             | 7  |
| 2.1 Informations générales sur <i>Dalbergia</i> et <i>Diospyros</i> dans le monde .....                                                                                                                           | 7  |
| 2.1.1 Ecologie et utilisations générales des espèces de <i>Dalbergia</i> et de <i>Diospyros</i> .....                                                                                                             | 7  |
| 2.1.2 Commerce du bois des espèces de <i>Dalbergia</i> et de <i>Diospyros</i> dans le monde .....                                                                                                                 | 8  |
| 2.2 Industrie des bois précieux à Madagascar et historique de la décision de la CITES (comment nous en sommes arrivés à notre situation actuelle) .....                                                           | 10 |
| 2.3 Plan d'action CITES et les progrès réalisés à ce jour .....                                                                                                                                                   | 14 |
| 2.3.1 Résumé des principaux points du Plan d'action CITES de Madagascar .....                                                                                                                                     | 14 |
| 2.3.2 Aperçu des travaux entrepris par le Gouvernement de Madagascar actuellement .....                                                                                                                           | 15 |
| 3. EVALUATION DE LA CAPACITE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE .....                                                                                                                                                      | 18 |
| 3.1 Aire de distribution et statut des populations des espèces de <i>Dalbergia</i> et de <i>Diospyros</i> de Madagascar .....                                                                                     | 18 |
| 3.1.1 <i>Dalbergia</i> : Nombre d'espèces exploitables, aire de distribution et statut de la population ....                                                                                                      | 18 |
| 3.1.2 <i>Diospyros</i> : Nombre d'espèces exploitables, aire de distribution et statut de la population ....                                                                                                      | 21 |
| 3.2 Technologies d'identification des espèces malgaches de <i>Dalbergia</i> et de <i>Diospyros</i> .....                                                                                                          | 26 |
| 3.2.1 Elaboration de collections de référence et de bases de données .....                                                                                                                                        | 26 |
| 3.2.2 Méthodes d'identification d'espèces et d'origines à partir d'échantillons de bois (mort) (ex : anatomie, génétique et composition chimique) .....                                                           | 26 |
| 4. MARCHE A SUIVRE ET APPLICATION PRATIQUE DE LA SCIENCE .....                                                                                                                                                    | 31 |
| 4.1 Analyse des besoins et opportunités de financement pour appuyer le travail scientifique .....                                                                                                                 | 31 |
| 4.2 Potentiel sylvicole de régénération des espèces malgaches de <i>Dalbergia</i> et de <i>Diospyros</i> .....                                                                                                    | 35 |
| 4.3 Établir le fondement scientifique pour l'exploitation et le commerce durables du bois précieux de Madagascar .....                                                                                            | 38 |
| 5. CONCLUSIONS .....                                                                                                                                                                                              | 41 |
| 6. REFERENCES .....                                                                                                                                                                                               | 42 |
| 7. ANNEXE 1 : Espèces de <i>Diospyros</i> de Madagascar actuellement reconnues (décrites et non-décrites) par classe de DHP (et classe de hauteur pour les espèces sans données sur le DHP) .....                 | 48 |
| 8. ANNEXE 2 : Récapitulatif du protocole d'échantillonnage standardisé nouvellement élaboré en vue d'établir un ensemble de données de référence sur les <i>Dalbergia</i> et <i>Diospyros</i> de Madagascar ..... | 54 |
| 9. ANNEXE 3 : Liste des études et/ou projets récemment financés sur <i>Dalbergia</i> ou <i>Diospyros</i> .....                                                                                                    | 56 |
| 10. ANNEXE 4 : Liste des équipements dont le laboratoire du bois d'ESSA Forêts a besoin pour terminer l'outil portatif de SPIR .....                                                                              | 57 |
| 11. ANNEXE 5: Liste des équipements requis pour laboratoire de biologie et d'écologie végétale (DBEV) .....                                                                                                       | 59 |

## 1. INTRODUCTION

Au cours des 20 dernières années, l'exploitation illégale de bois précieux parmi lesquels les espèces de bois de rose et d'ébène, est devenue un problème récurrent à Madagascar, menaçant gravement les écosystèmes et la biodiversité exceptionnelle de Madagascar - un bien public irremplaçable. Outre le fait de causer de graves impacts sur des écosystèmes vierges tels qu'un site du patrimoine mondial (la forêt Atsinanana, autrefois riche en espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros*, a été incluse dans la liste des sites de patrimoine en péril de l'UNESCO en juillet 2010), et de tarir les ressources naturelles (en particulier des espèces endémiques rares), les coupes illégales privent également le pays de revenus imposables importants qui auraient été générés par une industrie du bois durable, ainsi que des atouts économiques qui auraient constitué de base pour le développement économique futur du pays.

L'incapacité du Gouvernement à freiner l'exploitation et le commerce illégal, en particulier à la suite de la crise politique de 2009, a conduit à l'inscription des genres *Dalbergia* et *Diospyros* à l'Annexe II de la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES) ainsi qu'à la mise en place d'un plan d'actions pour faciliter la mise en œuvre des mesures requises suite à l'inclusion dans la liste.

Ce rapport, préparé par le World Resources Institute et la Banque mondiale, en collaboration avec l'ETH Zurich, le Missouri Botanical Garden, l'autorité scientifique de la CITES Madagascar et l'Université d'Antananarivo, avec l'appui financier du Programme sur les Forêts (PROFOR) vise à éclairer la mise en œuvre des travaux scientifiques, fondés sur la science, envisagés dans le cadre du Plan d'actions de la CITES ; ainsi qu'à clarifier des activités prioritaires définies par le Gouvernement de Madagascar. Alors que certains progrès ont été accomplis en ce qui concerne certains points définis dans le Plan d'actions, à savoir la gestion des stocks, l'application et la préparation de rapports, le programme scientifique reste largement inachevé. Ce manquement risque de devenir une contrainte à l'avenir puisque la capacité à identifier correctement les espèces et à surveiller leur statut sur le terrain constitue un facteur clé pour l'exécution du plan et pour comprendre s'il est possible ou non de mener une exploitation et un commerce durables du bois précieux à Madagascar.

L'évaluation présentée dans ce rapport, constituant le premier effort systématique dans ce sens, est fondée sur un examen attentif de toutes les informations disponibles et a vu la contribution d'experts reconnus des genres *Dalbergia* et *Diospyros*. Plus précisément, l'évaluation porte sur: 1) l'étendue géographique et la situation de la population des espèces de bois précieux *Dalbergia* et *Diospyros*; 2) les technologies d'identification des espèces; 3) le potentiel sylvicole pour la régénération de ces espèces; et 4) le potentiel du secteur privé à développer une chaîne de valeur pour l'exploitation durable des bois précieux. Pour chacun de ces domaines de recherche, les éléments suivants ont été identifiés au cours de l'évaluation et sont présentés à la fin du rapport: a) l'acquisition d'infrastructures physiques/équipements ainsi que les exigences et les coûts de

maintenance y afférents; b) les besoins en renforcement de capacités et de formation pour les ressources humaines; et c) les options prometteuses de coopération technique internationale et d'assistance financière des bailleurs de fonds pour la mise en œuvre d'un programme de renforcement de capacités. Ce rapport a pour public cible le Gouvernement de Madagascar, la communauté des bailleurs de fonds et les organisations non Gouvernementales nationales et internationales qui participent à la gestion de la crise du bois précieux et qui sont en mesure de mettre en œuvre les recommandations d'activités.

### ***Pourquoi la capacité scientifique et technique est-elle essentielle à la gestion durable des bois précieux à Madagascar?***

À court terme, les outils scientifiques et techniques peuvent fournir une base objective et crédible pour l'application aussi bien des lois malgaches que des lois internationales (par ex. la loi Lacey, CITES) qui régissent le commerce de bois précieux. L'application effective de l'interdiction d'exportation des espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros* comprend a) la prévention de l'exploitation illégale du stock sur pied, b) la saisie du stock de bois illégalement exploité et les mesures qui doivent être prises concernant le stock illégal, et c) l'application de pénalités et de sanctions aux parties soutenant la coupe, le transport et l'exportation de stock provenant de l'exploitation illégale.

L'élaboration d'outils pour identifier avec précision ces espèces permettrait aux scientifiques d'offrir une formation sur les méthodes d'identification aux organismes d'exécution et aux agents forestiers ; ainsi que de coopérer plus étroitement avec eux sur le terrain. L'identification précise des bois précieux sur le terrain pourrait aider à empêcher leur coupe et leur exportation illégales tout en diminuant des coûts indus pour l'activité commerciale légale.

À moyen et à long termes, ces outils peuvent permettre une identification fiable, nécessaire pour une gestion durable des bois précieux. Une meilleure identification des espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros* constitue un préalable indispensable pour réaliser une étude d'avis de commerce non préjudiciable<sup>1</sup> pour les espèces exploitables de ces deux genres pour la CITES. Partant de l'hypothèse qu'une recherche scientifique plus poussée donne les bases pour le développement d'une exploitation et d'un commerce durables, une identification précise des espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros* permettrait d'augmenter la valeur commerciale des espèces exportées, de promouvoir des approches sylvicoles innovantes pour la régénération et la conservation et de soutenir des industries nouvelles et rentables à Madagascar.

---

<sup>1</sup> « Avis de commerce non préjudiciable » fait référence au niveau d'exploitation des espèces listées en Annexe II pour lesquelles l'exportation ne nuirait pas à la survie de l'espèce, ni ne perturberait pas le rôle des espèces dans l'écosystème. « L'avis de commerce non préjudiciable » est déterminé par les résultats de l'étude émise par l'Autorité Scientifique de la CITES d'un pays.

Pour plus d'informations sur ce qui constitue l'avis de commerce non préjudiciable, cf. le [website](#) de la CITES. Pour plus d'informations sur l'établissement d'un avis de commerce non préjudiciable, cf. cette [checklist](https://cites.org/eng/cop/11/info/03.pdf) (<https://cites.org/eng/cop/11/info/03.pdf>).



## **Structure du rapport**

Le rapport est structuré comme suit. Le contexte international et national en rapport à *Dalbergia* et *Diospyros* est décrit dans la section 2. Celle-ci s'ouvre sur une présentation des généralités sur l'écologie, les utilisations générales et le commerce de ces espèces de bois durs. Elle dresse également un état des lieux du secteur à Madagascar et décrit la séquence d'événements qui a amené la CITES à inscrire ces espèces en Annexe II. La section 3 donne une évaluation de la capacité scientifique et technique actuelle à identifier et à gérer les espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros* de Madagascar. Cette section décrit d'abord la distribution géographique et l'état de la population pour les deux genres, attirant l'attention sur les principales carences en connaissances avant de poursuivre avec une description de ce qui se fait de mieux en matière de technologies d'identification des espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros*. L'évaluation est mise en perspective dans la section 4 en décrivant la marche à suivre. La section donne en premier lieu une description du programme scientifique et du programme d'identification et se penche notamment sur les mesures clés à prendre pour combler les lacunes techniques et financières afin de pouvoir cartographier, identifier et gérer de manière appropriée les espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros* à Madagascar. La section s'achève sur une description d'un certain nombre de facteurs qui pourraient agir en tant que moteurs de ce programme, en particulier le potentiel de la sylviculture et du secteur privé à développer une industrie du bois précieux.

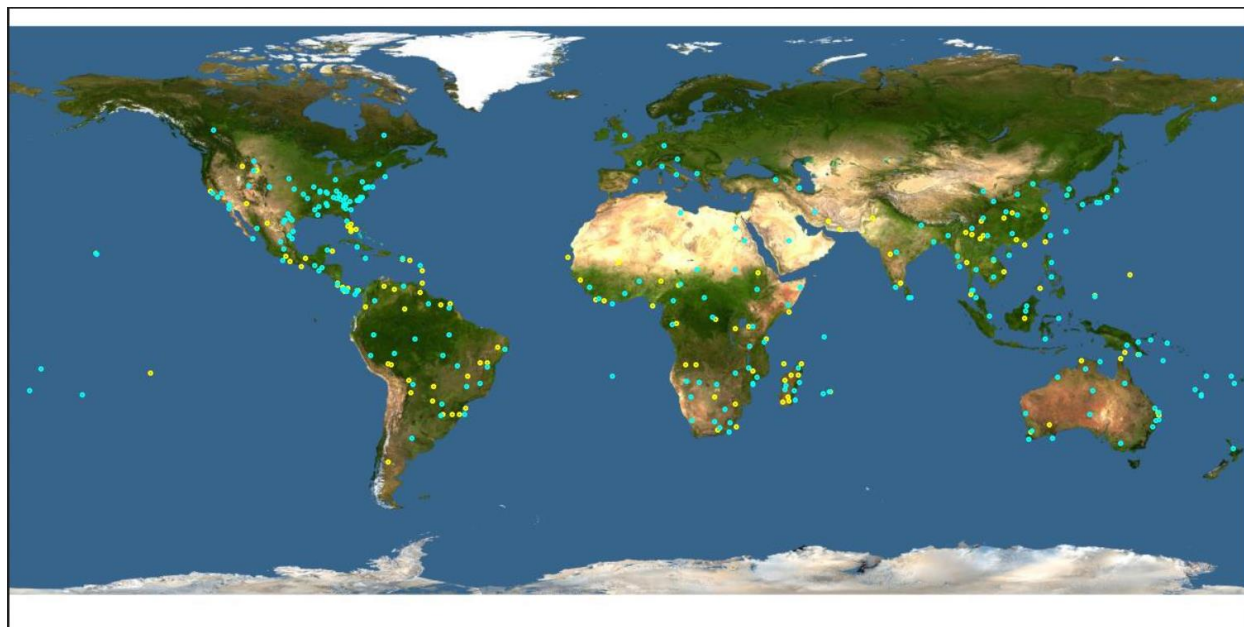
## **2. CONTEXTE MONDIAL ET NATIONAL**

### **2.1 Informations générales sur *Dalbergia* et *Diospyros* dans le monde**

#### *2.1.1 Ecologie et utilisations générales des espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros**

Les espèces de bois précieux des genres *Dalbergia* et *Diospyros* jouent un rôle essentiel dans les écosystèmes à travers leur large aire de distribution géographique dans les zones tropicales (Figure 1). Outre le bois, les espèces de ces genres procurent également des ressources économiques importantes en produits forestiers non ligneux et leur valeur horticole est élevée. Il existe plus de 250 espèces de *Dalbergia* réparties dans les régions tropicales et elles jouent des rôles vitaux dans l'écosystème qui vont de l'amélioration de la nutrition du sol par association avec des bactéries fixatrices d'azote (Rasolomampianina, et al., 2005) à la fonction d'habitat et de source d'aliments pour les larves de papillon (*Dalbergia sisoo* et *Bucculatrix mendax* ; Shah, et al., 2015). Les genres *Dalbergia* sont également utilisés à des fins médicinales : l'écorce est utilisée pour traiter la gonorrhée, l'extrait de feuilles pour traiter les affections oculaires et le bois pour traiter la gale et l'acné (Shah, et al. 2015). Le genre *Diospyros* compte environ 735 espèces dans le monde et il fournit des services écosystémiques essentiels aux disséminateurs de fruits (Beech, Shaw, Rivers, & Schatz, 2016) notamment les oiseaux, les mammifères (Wallnöfer, 2001) et même des reptiles (Griffiths, Hansen, Jones, Zuel, & Harris, 2011). Différentes parties des espèces de *Diospyros* ont des propriétés médicinales et sont utilisées notamment pour traiter les infections urinaires, les maladies de la peau et du sang et en tant qu'antibiotique pour traiter la syphilis et le paludisme

(ORWA, Mutua, Kindt, Jamnadass, et Anthony, 2009). Deux espèces de *Diospyros*, le *D. kaki* et le *D. lotus*, sont cultivées pour leurs fruits, à savoir les kakis, dont la Chine est le leader mondial avec une production de plus de 3,6 millions de tonnes en 2013 (FAO, 2016).



**Figure 1.** Distribution des espèces de *Dalbergia* (points jaunes) et *Diospyros* (points bleus) à travers le monde (Global Mapper, 2016).

#### 2.1.2 Commerce du bois des espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros* dans le monde

Le bois précieux, dont les espèces appartenant aux genres *Dalbergia* et *Diospyros*, constitue une catégorie des produits ligneux commercialisés. Les bois précieux sont « très appréciés en raison de diverses qualités intrinsèques intéressantes, notamment leur apparence, la palette de leur couleur, leur fragrance, leurs propriétés physiques, chimiques, médicinales ou spirituelles, de leur rareté ou leur disponibilité limitée. La combinaison de qualités intrinsèques et de la rareté entraîne généralement des prix de vente plus élevés que pour les autres catégories ou types de bois. » (Jenkins et al. 2012). Il est très difficile d'obtenir des données précises sur le commerce des bois tropicaux en raison de l'absence de normes dans la compilation des données, des divergences entre les données des pays importateurs et celles des pays exportateurs ainsi que les erreurs basiques dans les données (Duery & Vlosky, 2006). Ce problème est aggravé par les irrégularités dans le commerce du bois, allant des pots-de-vin à l'usage de faux et la corruption (Office des Nations Unies contre la drogue et le crime, 2013).

Au niveau mondial, les espèces de *Dalbergia* sont négociées aussi bien légalement qu'illégalement. Reflétant la qualité assez mauvaise des données sur le commerce international

des bois durs tropicaux, des données précises spécifiques aux espèces de *Dalbergia* sont parmi les plus difficiles à obtenir et encore moins, à suivre. Cependant, la mise en œuvre de la CITES dans les pays d'origine et de destination a eu pour effet la publication de certaines données commerciales sur les espèces de *Dalbergia*. Toutefois, les espèces de *Dalbergia* figurant sur la liste de la CITES ne représentent qu'une faible proportion de toutes les espèces de ces bois durs commercialisées à l'échelle internationale (Office des Nations Unies contre la drogue et le crime, 2016).

Bien qu'il soit difficile de faire le suivi des flux de bois tropicaux, la Chine est largement considérée comme le principal importateur de *bois de rose*, le nom vernaculaire souvent utilisé pour faire référence à un large éventail d'espèces de *Dalbergia* ainsi que d'espèces d'autres genres ayant des propriétés commerciales semblables (Treanor 2015). Sur l'ensemble de ses importations de bois de rose brut, la Chine retient environ 99% du volume dans le pays (Treanor, 2015). Au cours des quinze dernières années, alors que l'économie chinoise était en pleine expansion, la demande pour les meubles *hongmu*, caractérisé par le bois dur sculpté de manière ornée dans un style traditionnel (Treanor, 2015), a suivi cette tendance de l'économie. Depuis 2000, le volume des importations de bois de rose a augmenté de 1250 pour cent (Treanor, 2015). En termes de proportion de la valeur totale des importations de bois durs, le bois de rose ne représentait que 3 pour cent en 2000, mais représentait plus d'un tiers en 2014, selon les données de commerce des Douanes chinoises (Treanor, 2015).

Bien que nous ne puissions pas estimer quelle proportion des importations de bois de rose en Chine est légale ou illégale, dans les faits, la base de données sur les saisies de World Wildlife Seizures (World WISE) indique que la Chine figure dans les documents d'expédition comme le pays de destination de 88% de la totalité de bois de rose saisi dans le monde entier (en termes de tonnage), sans considération du lieu de la saisie, entre 2007 et 2015 (Office des Nations Unies contre la drogue et le crime, 2016) et le bois de rose malgache représentait 60% du bois de rose saisi dans le monde entre 2005 et 2015 (Office des Nations Unies contre la drogue et le crime, 2016). Comme discuté en détail dans la section 1.2 ci-après, le régime juridique du commerce intérieur et de l'exportation de produits de bois de rose des espèces de *Dalbergia* de Madagascar a largement varié depuis au moins 1975. Ainsi, il est difficile de donner une image exacte de l'histoire du commerce de bois de rose malgache.

Comme pour le bois de rose, les espèces de *Diospyros*, ou *ébène* comme ils sont également appelés, sont des bois précieux faisant l'objet de commerce international et sont souvent utilisées pour des ouvrages de sculptures, des instruments et des meubles. Elles donnent aussi bien du bois noir (par ex. *Diospyros ebenum*) que du bois clair strié (par ex. *Diospyros malabarica*; Beech, Shaw, Rivers, et Schatz, 2016). Cependant, les données sur le commerce international de bois d'ébène sont encore plus rares en comparaison aux données sur le bois de rose.

## **2.2 Industrie des bois précieux à Madagascar et historique de la décision de la CITES (comment nous en sommes arrivés à notre situation actuelle)**

A Madagascar, le terme «bois précieux» désigne le bois des espèces de *Dalbergia* (notamment les bois couramment dénommés bois de rose et palissandre) et des espèces de *Disospyros* (ébène). D'abord présenté au marché européen, puis au marché international il y a des centaines d'années de cela, le bois de rose était au centre de l'industrie du bois du Brésil mais a également été exporté à partir de l'Asie du Sud-est et de Madagascar, la plus ancienne exportation de bois de rose malgache ayant été enregistrée en 1899. En 1992, le palissandre Brésilien (*Dalbergia nigra*) a été ajouté à la première et la plus stricte des annexes de la Convention sur le commerce international des espèces menacées de faune et de flore sauvages (CITES), ce qui probablement, a entraîné une plus forte pression sur les espèces similaires de bois de rose malgache.

L'exploitation industrielle et l'exportation de bois précieux de Madagascar ont été documentées depuis le début du XXème siècle (Randriamalala & Liu, 2010). A cette époque, Madagascar était une colonie française et la politique française autorisait les concessions forestières. Par manque de ressources et de volonté politique et sujette à la corruption, les autorités coloniales françaises n'ont pas réussi à réglementer l'exploitation forestière de manière efficace, permettant aux concessionnaires de mettre à nu les terres et d'extraire des ressources en dehors des limites de leurs concessions (Raik, 2007).

Une fois que Madagascar a obtenu son indépendance en 1961, la mauvaise gestion des forêts qui avait eu lieu sous le pouvoir français s'est prolongée pendant la période postcoloniale alors que le Gouvernement a adopté une multitude de règlements concernant l'utilisation, la gouvernance et la gestion des forêts pendant plus de cinquante ans (manquant à les appliquer pourtant dans bien des cas). En dépit de ces lois et en raison des ressources limitées pour la gestion, de la pauvreté généralisée et de la corruption omniprésente, l'exploitation forestière illégale et l'agriculture sur brûlis ont persisté.

Bien que la première grande tentative pour mettre un frein à l'exploitation forestière illégale au cours de la période postcoloniale ait été l'adoption de la loi de 1975 interdisant l'exportation de grumes de bois précieux (Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages en voie de disparition, 2016), c'était au cours des vingt années suivantes que Madagascar a tenté de réformer la gestion du secteur de l'environnement. C'est également au cours de cette période que le pays a commencé à ouvrir plus largement ses portes aux scientifiques et aux défenseurs de l'environnement, a invité à une plus grande participation des organismes de développement étrangers et s'est détourné des influences politiques de l'Union soviétique (Raik, 2007).

Cette réforme a eu pour effet immédiat l'élaboration du Plan National d'Action Environnemental de Madagascar (PNAE) à la fin des années 1980 dont la mise en œuvre a commencé en 1991. Un des six objectifs du PNAE était de «protéger et gérer le patrimoine national de la biodiversité, en

mettant l'accent sur les parcs, les réserves et les forêts naturelles publiées au journal officiel » ainsi que de « mettre en place des mécanismes de gestion et de suivi de l'environnement » (Banque mondiale, 2007). En dépit de ce regain d'intérêt, de l'engagement et des fonds de l'Etat et de la communauté des bailleurs de fonds, l'environnement a continué de se dégrader, avec même une intensification de cette dégradation, au cours des décennies qui ont suivi l'introduction du PNAE. Dans un rapport de l'USAID en 2010, on peut lire que « la crise de l'environnement à Madagascar est beaucoup plus aiguë qu'elle ne l'était au début de la mise en œuvre de la [phase I du PNAE] » (Freudenberger, 2010).

Concernant spécifiquement les bois précieux, le Gouvernement a appliqué en 2000<sup>1</sup> un moratoire sur l'exportation d'espèces de bois de rose et d'ébène et sur leur coupe dans les zones sensibles, notamment les aires protégées et leur périphérie. L'adoption de ce moratoire était un engagement juridique du projet de soutien de la Banque mondiale à la deuxième phase du PNAE. Cette interdiction devait être temporaire pour permettre aux autorités malgaches chargées des forêts et de l'environnement d'élaborer un cadre réglementaire approprié pour gérer

#### ENCADRE 1. CONVENTION SUR LE COMMERCE INTERNATIONAL DES ESPECES MENACEES DE FAUNE ET DE FLORE SAUVAGES MENACEES D'EXTINCTION (CITES),

La Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES), qui est entrée en vigueur en 1975, est un accord volontaire juridiquement contraignant entre les Gouvernements nationaux pour assurer que le commerce international des espèces ne menace pas leur survie. La Convention exige des Etats membres de mettre en œuvre les décisions pour la protection des espèces à travers leur législation nationale respective. La CITES regroupe aujourd'hui 182 Etats en tant que Parties à la Convention et Madagascar a rejoint leur rang en 1975.

Ayant en complément la promotion de la conservation et de la recherche scientifique, l'activité principale de la CITES et de ses parties est d'évaluer la menace que le commerce international pose aux espèces, de déterminer comment contrôler le commerce international pour qu'il ne menace pas la survie des espèces, et de mettre en œuvre et d'évaluer l'efficacité des contrôles du commerce international de ces espèces.

La procédure de contrôle du commerce des espèces dans le cadre de la Convention consiste à inscrire une espèce sur l'une des trois annexes en référence au niveau de menace pesant sur elle. Les espèces inscrites à l'Annexe I sont menacées d'extinction et sont soumises à des contrôles du commerce les plus stricts. Les espèces à l'Annexe 2 sont celles qui peuvent être menacées d'extinction en l'absence de contrôles du commerce, ces contrôles étant moins stricts que ceux de l'Annexe I. Toute Partie à la CITES peut proposer qu'une espèce soit inscrite à l'Annexe I ou à l'Annexe II. Les espèces sont effectivement inscrites à l'Annexe I ou à l'Annexe II lorsqu'une majorité des deux tiers des Parties présentes et votantes lors d'une Conférence des Parties adopte une proposition visant à modifier l'Annexe I ou à l'Annexe II ayant pour effet d'y inclure les espèces proposées.

Les espèces peuvent être inscrites à l'Annexe III à tout moment et unilatéralement par toute Partie qui souhaite restreindre le commerce des espèces dans sa zone de compétence pour prévenir ou réduire l'exploitation de l'espèce et qui demande la coopération des Parties à la CITES en vue de contrôler le commerce.

<sup>1</sup> Arrêté Interministériel n°11.832/2000 du 30 octobre 2000

ce capital naturel précieux et rare. Toutefois, un tel cadre réglementaire fait encore défaut à ce jour. Des lacunes dans le cadre juridique, la délivrance de permis d'exportation «exceptionnels» et souvent nominatifs par le Gouvernement et la faible application de la loi ont facilité la mise en place d'un réseau de commerce illicite extrêmement bien organisé, et l'industrie de l'exploitation forestière illégale s'est ainsi trouvée une excellente occasion d'abattre et d'exporter souvent sans relâche, les bois précieux de Madagascar. Le passage de cyclones, par exemple, a servi de prétexte pour procéder à l'exploitation forestière illégale, avec des permis d'exportation accordés soi-disant pour enlever les arbres déracinés. Ce fut notamment le cas après le passage du cyclone Gafilo en 2004-2005 où les exploitants ont pu extraire des quantités de bois précieux nettement supérieures à celles réellement endommagées par le cyclone. Une interdiction explicite d'exploitation du bois de rose et du bois d'ébène n'a été émise qu'en 2006 par l'arrêté interministériel n° 16,030/2006 du 14 septembre 2006 relatif à l'exploitation et la commercialisation du bois de rose et du bois d'ébène<sup>1</sup>. En 2009, avec le coup d'état à Madagascar, l'exploitation forestière illégale de bois précieux a atteint son apogée. En plus des difficultés rencontrées en termes de régulation et d'application de la loi durant la crise politique, le Gouvernement de Madagascar a délivré des autorisations pour permettre l'exportation de produits aussi bien bruts que semi-finis (Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction, 2016). Ces règlements ont essentiellement accordé l'amnistie à des hommes d'affaires très puissants, jouissant de relations politiques, et qui commerçaient dans ce qui était auparavant du bois illégal.

Sous la pression de la société civile, des bailleurs de fonds et des Gouvernements internationaux, Madagascar a confirmé l'interdiction de la collecte de bois de rose et d'ébène en 2010 (décret n°2010-141 du 24 mars 2010, imposant des mesures pour interdire l'exploitation forestière, l'exploitation et l'exportation de bois de rose et d'ébène à Madagascar) et a établi des sanctions en 2011 (ordonnance n° 2011-001 du 8 août 2011 permettant la répression des infractions liées au bois de rose et à l'ébène), bien que cela n'ait pas mis fin à l'exportation illégale.

En septembre 2011, Madagascar a cherché, de manière unilatérale, à restreindre le commerce international de cinq espèces de *Dalbergia* et 104 espèces de *Disospyros* en portant à l'Annexe III de la CITES tous les grumes, sciages et feuilles de placage de ces espèces. De cette manière, le pays exigeait des permis CITES pour l'exportation et avisait les autres pays CITES du fait que Madagascar essayait de lutter contre le commerce de ces espèces (Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction, 2011 et Encadré 1 pour plus d'informations sur CITES). En 2013, toutes les espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros* ont été inscrites en Annexe II de la CITES et ont été mises sous embargo pour le commerce international jusqu'à ce que Madagascar ait réalisé des progrès suffisants pour l'élaboration du Plan d'action pour le bois précieux, présenté à la 16<sup>ème</sup> Conférence des Parties (Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction CITES,

---

<sup>1</sup> L'article 1 de l'Arrêté stipule « L'exploitation du bois d'ébène et du bois de rose est interdite ».

2013a). Cet embargo signifiait que des milliers de grumes de bois de rose et d'ébène qui avaient été confisqués en vertu des diverses interdictions frappant l'exportation de bois précieux ne pouvaient pas quitter les côtes de Madagascar. A ce jour, les stocks de bois peuvent être classés en trois catégories : (i) le bois saisi ; (ii) le bois déclaré et non saisi et (iii) le bois caché (voir Encadré 2).

Cette action convenue à l'échelle internationale a, dans une certaine mesure, rehaussé la visibilité de l'application de l'interdiction à l'extérieur de Madagascar. Depuis 2014, les autorités de plusieurs pays à travers le monde, notamment le Kenya (Reuters, 2014), Maurice (News Ghana, 2016), et Singapour (Chin, 2016), ont saisi des conteneurs d'expédition remplis de bois de rose de Madagascar. Pourtant, en dépit de ces interdictions et des activités d'application de ces interdictions hors des frontières de Madagascar, la coupe et le commerce illégaux persistent et l'abattage accéléré de bois de rose a dégradé le paysage et a tari davantage la ressource. En effet, dans certaines régions, les arbres de bois de rose encore sur pied sont de jeunes spécimens de petite taille (Caramel, 2015) et en raison de la raréfaction des spécimens de bois de rose de taille commercialisable, de nombreux bûcherons sont retournés dans les forêts exploitées pour récupérer les souches d'arbres de bois de rose précédemment abattus.<sup>1</sup> L'exploitation illégale de bois d'ébène a également continué mais retient moins l'attention au niveau international et il n'existe pas de données sur la quantité de bois extraits et exporté (Beech, Shaw, Rivers, et Schatz, 2016).

#### ENCADRE 2. TYPES DE STOCK DE BOIS PRECIEUX

Les stocks de bois à Madagascar (excluant donc ceux qui ont été saisis par les pays importateurs) peuvent être classés en fonction du niveau de contrôle que le Gouvernement exerce à leur égard : (i) *stocks saisis*: ce sont des stocks qui ont été saisis par les autorités et qui sont gardés soit sur une propriété du Gouvernement ou sur une propriété privée; (ii) *stocks déclarés*: il s'agit de stocks déclarés par les opérateurs en 2011 (suivant les dispositions de l'ordonnance n ° 2011-001 du 8 août 2011) qui n'ont encore été saisis et sont théoriquement encore gardés sur une propriété privée, et (iii) *stocks non déclarés et cachés*: il s'agit de stocks gardés sur une propriété privée, enfouis sous terre, coulés dans les rivières ou dans d'autres endroits cachés. Les stocks saisis sont actuellement gardés sur plus de 70 sites dispersés dans 11 régions (bien que la plupart du temps ils soient concentrés sur la côte nord-est de Madagascar). Les quantités de stocks déclarés sont huit fois supérieures aux stocks saisis, à savoir, 24.813 m<sup>3</sup> pour 235.768 grumes dans 192 sites différents. Les stocks déclarés par les opérateurs en 2011 n'ont jamais fait l'objet de vérification, ce qui fait qu'ils peuvent toujours servir de tampons pour le blanchiment de nouvelles grumes (d'où le terme de « stocks élastiques » en référence aux variations temporaires présumées du volume de ces stocks lorsque des grumes fraîchement coupées sont ajoutées et les nouvelles ventes sont soustraites). Jusqu'à ce jour, le Gouvernement n'a pas vérifié les déclarations et ne surveille pas les stocks. Des doutes du même ordre ont été soulevés concernant l'intégrité des stocks saisis quoique le Gouvernement ait entrepris un audit en 2015 (voir la section 2.3.2).

<sup>1</sup> *Communication personnelle*, comme cela a été rapporté à Charles Barber et Jonathan Mason, World Resources Institute. (Noms de source retenus pour des raisons de sûreté et de sécurité.)

## **2.3 Plan d'action CITES et les progrès réalisés à ce jour**

### *2.3.1 Résumé des principaux points du Plan d'action CITES de Madagascar*

Après la pression intense exercée par les Gouvernements étrangers, la société civile et les bailleurs de fonds, Madagascar a proposé d'inscrire toutes les espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros* en Annexe II de la CITES lors de la Conférence des Parties en mars 2013 (Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages en voie de disparition, 2013b). Avec l'adoption de cette liste de l'Annexe II, tous les grumes, feuilles de placage et sciages de ces genres sont devenus l'objet de contrôles plus stricts à l'exportation.

En plus de l'inclusion dans la liste de ces genres, les membres de la CITES ont également décidé d'établir un plan d'action (Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages en voie de disparition, 2013a) pour soutenir la mise en œuvre des mesures induites des récentes inscriptions à l'Annexe II. Le plan d'action énonce sept mesures que Madagascar est tenu de prendre. Ces mesures portent sur la science de la gestion des bois précieux, la gestion des stocks saisis et déclarés et la mise en place de mesures d'application efficaces. Le plus important de ces points est peut-être l'exigence d'instituer un embargo sur le commerce international des grumes, feuilles de placage et sciages de *Dalbergia* et de *Diospyros* jusqu'à ce que la CITES approuve un audit des stocks existants.



Le texte intégral des obligations du Plan d'action de Madagascar est présenté dans l'Encadré 3.

### ENCADRE 3. PLAN D'ACTION CITES DE MADAGASCAR (2013)

L'objectif général de ce Plan d'action est (i) d'améliorer la gestion de stock sur pied de bois précieux de Madagascar, (ii) de contrôler en toute efficacité le commerce international de ce bois précieux et (iii) de définir la méthode la plus appropriée pour obtenir des revenus à partir des stocks de grumes de bois précieux existant dans le pays.

- **Travail fondé sur la science**

- 1) En collaboration avec le Secrétariat de la CITES, déterminer un quota d'exportation de précaution fondé sur des faits scientifiques pour les taxons répertoriés lorsque des avis adéquats de commerce non-préjudiciable peuvent être émis et clairement documentés pour toutes les espèces prévues à exporter;
- 2) Le cas échéant et en collaboration avec les partenaires clés, mettre en place un processus (recherche, collecte et analyse d'informations) pour identifier les principales espèces à exporter. Des ateliers devraient être organisés pour les espèces sélectionnées afin d'émettre des avis adéquats de commerce non préjudiciable requis au paragraphe 1;
- 3) Le cas échéant et en collaboration avec les partenaires clés, comme indiqué au paragraphe 2 ci-dessus, élaborer des outils d'identification et des tests à utiliser pour l'application des mesures stipulées par la CITES pour identifier les principaux taxons lorsqu'ils sont commercialisés;

- **Embargo et audit des stocks**

- 4) Mettre un embargo sur l'exportation des stocks de ces bois jusqu'à ce que le Comité permanent de la CITES ait approuvé les résultats d'un plan d'audit et d'un plan d'utilisation des stocks afin de déterminer quels éléments du stock ont été légalement constitués et peuvent être exportés légalement;

- **Application**

- 5) Le cas échéant et en collaboration avec les partenaires clés, conformément à ce qui est indiqué supra dans le paragraphe 2, mettre en place des mécanismes d'application pour aider à la mise en œuvre de tout quota d'exportation, au contrôle des stocks et à l'instauration d'un marché légal et durable utilisant les systèmes de traçage des bois et toute autre technologie, si nécessaire.

- **Rapport**

- 6) Soumettre des rapports écrits sur l'avancement de la mise en œuvre du plan au Secrétariat et au Comité des plantes, dans le respect des délais de soumission des documents nécessaires pour la réunion de ce Comité;
- 7) Présenter un document décrivant les progrès accomplis pour la mise en œuvre et tous les ajustements nécessaires du plan d'action lors de la 17ème réunion de la Conférence des Parties.

#### 2.3.2 Aperçu des travaux entrepris par le Gouvernement de Madagascar actuellement

Si le Plan d'action CITES est mis en œuvre, il en résulterait que Madagascar, doté d'une meilleure compréhension de la taxonomie de *Dalbergia* et *Diospyros*, serait en mesure de réaliser des études pour déterminer les quotas et les contrôles à l'exportation appropriés pour son industrie de bois précieux de sorte qu'à l'avenir, l'exploitation réglementée et efficace des deux genres ne soit préjudiciable ni à la survie des espèces ni à l'écosystème dans lequel elles se développent. En

outre, après avoir approuvé une vérification des stocks dans le pays et une évaluation des procédures éventuelles pour l'exportation du bois, la CITES lèverait l'embargo temporaire sur le commerce international des espèces de *Dalbergia* et *Diospyros* de Madagascar. Depuis 2013, Madagascar, de concert avec d'autres parties, a adopté plusieurs mesures en vue de la mise en œuvre du plan d'action relatif au *Dalbergia* et au *Diospyros*.

En réponse aux points scientifiquement ciblés décrits ci-dessus, Madagascar a officiellement rapporté à la CITES que: a) une étude de télédétection a été réalisée pour évaluer le nombre d'arbres sur pied; b) huit espèces de *Dalbergia* et onze espèces de *Diospyros* sont les plus commercialisées illégalement; et c) un atelier a été organisé en réponse au besoin d'effectuer une étude sur les avis de commerce non préjudiciable (Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction, 2014). Toutefois, il convient de noter que la validité de l'étude de la télédétection et de la dénomination des espèces commercialisées illégalement a été remise en question en raison de la méthodologie adoptée et des hypothèses utilisées pour cette étude. Ce rapport décrit la situation de la science sur *Dalbergia* et *Diospyros* et met en relief les raisons qui font que ces études ne sont actuellement pas faisables ou valides.

L'identification des espèces et des études taxonomiques sont en cours ainsi que la mise en place d'un conservatoire de bois pour les espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros*. (Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction, 2014). Les progrès et les résultats de ces initiatives de recherche sont détaillés dans la section 3 du présent rapport.

En réponse au point 4 du Plan d'action, en janvier 2016, lors de la 65<sup>ème</sup> réunion du Comité permanent de la CITES, Madagascar a présenté les résultats préliminaires d'un audit permanent des stocks par le biais d'un projet financé par la Banque mondiale et qui a nécessité de passer un contrat avec SGS<sup>1</sup> pour marquer les rondins vérifiés de manière professionnelle. L'audit se concentrait sur les stocks saisis, laissant les stocks déclarés et cachés pour des opérations futures. Les résultats préliminaires de l'audit montrent que le Gouvernement de Madagascar a saisi 3.193 mètres cubes de bois de rose et d'ébène, ce qui représente une valeur estimée à 11.035.678 € (Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction, 2016). Comme mentionné précédemment, ces chiffres ne comprennent pas toutefois les milliers de mètres cubes de bois déclarés comme existants mais non saisis à Madagascar ni les milliers de mètres cubes de stocks saisis hors de Madagascar<sup>2</sup>. Jusqu'en décembre 2015, 27725 grumes et rondins ont été inventoriés et sécurisés, représentant 97% du nombre total saisi par l'administration forestière ; 64% desquels ont été marqués avec des codes-barres et ont été entrés

---

<sup>1</sup> La Société Générale de Surveillance est une société d'inspection, de vérification, de test et de certification accréditée par la FSC.

<sup>2</sup> Pour plus d'informations, cf. Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction. (2016). Comité permanent 66 Document 46.2, paragraphes 32-37.

dans la base de données du Ministère de l'Environnement (présentation faite par le Secrétaire exécutif du Comité Interministériel sur les bois précieux).

En ce qui concerne l'application, Madagascar a signalé que le Gouvernement a procédé à une série d'inspections de l'état des terres et avec le soutien de la Banque mondiale, a pris des mesures pour utiliser des satellites afin de détecter les expéditions et surveiller les itinéraires commerciaux, notamment par voie maritime (Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction, 2014). Grâce à la coopération internationale, ces efforts ont permis la saisie des expéditions de bois de rose à Singapour, en 2014, et à Hong Kong, en 2015. En outre, dans le cadre du financement additionnel de la Banque mondiale au programme Environnemental III, qui s'est achevée le 31 décembre 2015, le Gouvernement a collaboré avec la Banque mondiale pour combiner l'imagerie par satellite à l'utilisation de vedettes de patrouille pour pister et décourager les expéditions de bois précieux (Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction, 2014).

Par ailleurs, l'USAID a financé un projet d'Approches de conservation durable dans les écosystèmes prioritaires (SCAPES) intitulé « Programme de préservation des ressources naturelles de Madagascar » à Madagascar. Les 2,25 millions de dollars de financement du programme pour la période allant d'octobre 2013 à septembre 2016 ont été répartis entre quatre grandes organisations internationales à but non lucratif œuvrant à Madagascar, à savoir Worldwide Fund for Nature (WWF), Wildlife Conservation Society (WCS), Conservation International (CI) et Traffic. La composante de WWF visait à accroître l'engagement de la société civile dans la lutte contre les pratiques illicites ; WCS s'est employée à améliorer la capacité de suivi de l'exploitation illégale à l'aide de logiciels et d'outils de suivi SMART (*Spatial Monitoring and Reporting Tool* ou outil de suivi et de rapport spatialisé), en particulier au sein du Parc Naturel de Makira ; CI a piloté un effort visant à former les journalistes du pays sur les méthodes d'enquête et à accroître la couverture médiatique du commerce de bois illégal à Madagascar ; et Traffic a travaillé à l'élaboration d'un cadre juridique pour les lois forestières de Madagascar dans le but d'améliorer la compréhension de ces lois et des irrégularités associées à la dégradation de l'environnement et, en partenariat avec des experts de l'Université d'Antananarivo, à la formation des agents des ports maritimes sur l'identification des espèces de bois de rose. Un atelier sur l'identification macroscopique et microscopique de certaines espèces de bois africains ainsi que du bois de rose, du palissandre et de l'ébène malgache a été tenu pour les douaniers ainsi que les agents forestiers régionaux, les ONG internationales, les concessionnaires forestiers, les agents de contrôle militaires et les gestionnaires des aires protégées à travers tout Madagascar.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> World Wide Fund for Nature, Wildlife Conservation Society, Conservation International, et Traffic. Présentation à l'Ambassade américaine, Antananarivo, Madagascar, 31 mars 2016.

### 3. EVALUATION DE LA CAPACITE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

#### 3.1 Aire de distribution et statut des populations des espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros* de Madagascar

L'évaluation présentée dans cette section est basée sur une revue minutieuse de toutes les informations disponibles et la contribution d'experts reconnus quand il s'agit de ces genres. Des études récentes ont démontré que la taxonomie de certaines espèces de *Dalbergia* est inexacte et que dans d'autres cas, plusieurs espèces ont été assimilées à une seule. *Diospyros* compterait jusqu'à 120 espèces de taille suffisante pour être commercialement exploitables en termes de produits en bois d'ébène, mais seules la moitié d'entre elles ont été identifiées et le reste ne s'est pas encore vu attribuer de nom scientifique et ne peut être reconnu que par deux spécialistes en botanique travaillant sur ce groupe<sup>1</sup>. Par ailleurs, aucune des espèces de *Dalbergia* ou *Diospyros* n'a été évaluée par rapport aux critères de la liste rouge d'IUCN, qui est la norme mondiale servant à déterminer le statut de conservation et le risque d'extinction d'une espèce. Ces deux données sont essentielles à l'identification des espèces qui ont besoin de mesures de protection et de conservation et de celles qui pourraient faire l'objet de gestion et d'exploitation durables.

##### 3.1.1 *Dalbergia* : Nombre d'espèces exploitables, aire de distribution et statut de la population

Les informations fiables identifiant les espèces de *Dalbergia* exploitées à Madagascar sont très limitées ou inexistantes. Ce genre comprend plusieurs espèces de bois de rose et de palissandres malgaches. Une même espèce de *Dalbergia* pourra aussi bien être classifiée « bois de rose » que « palissandre », suivant son nom vernaculaire, la couleur de son duramen et la qualité générale du bois. Au sens de ce rapport, le terme « bois de rose » désigne les espèces ayant un duramen foncé affichant un motif rouge et noir, tandis que le terme « palissandre » désigne les bois précieux de couleur moins foncée et brunâtre de Madagascar. Bien que la demande internationale porte en grande partie sur le bois de rose (voir section 4.3), le bois de palissandre est l'un des préférés des consommateurs malgaches pour les meubles (Ramananatoandro, Ramanakoto, Rajemison & Eyma, 2013) et obtient les prix les plus élevés sur le marché du bois d'Antananarivo (Rajohson, Gérard & Ramananatoandro, 2013). Actuellement, on sait que 47 espèces (total de 63 taxons quand les sous-espèces et les variétés sont incluses) sont endémiques à Madagascar sur un total mondial de 140 (total de 250 taxons quand les sous-espèces et les variétés sont comptabilisées) (Bossier & Rabevohitra, 2002; Klitgaard & Lavin, 2005). Les espèces de *Dalbergia* présentes à Madagascar se distinguent les unes des autres par les caractéristiques de leurs fleurs et de leurs fruits mais mêmes les scientifiques experts sont incapables de différencier les espèces lorsque ces structures reproductives sont absentes (c'est-à-dire quand il n'y a que les feuilles ; voir la Figure 2 pour des exemples de fleurs et de fruits de *Dalbergia*). Par ailleurs, des études récentes portant sur des données de séquences d'ADN à partir de matériels prélevés sur le terrain (Hassold et al., données inédites) et un examen attentif des spécimens d'herbiers (Phillipson et al., données inédites) ont

---

<sup>1</sup> P.P. Lowry II et G.E. Schatz, *Comm. pers.*

montré que certaines des espèces définies dans le traitement taxonomique le plus récent du genre à Madagascar (Bossier & Rabevohitra, 2002) semblent représenter plusieurs entités distinctes et qu'une partie des sous-espèces et variétés décrites au moins devraient être reconnues comme espèces distinctes (voir encadré 4 pour une description de la dénomination et de la description officielles des espèces végétales). Les caractéristiques du bois permettent de reconnaître certaines espèces ou groupes d'espèces, mais cela exige des connaissances spécialisées. Il en résulte que les noms cités dans les sources publiées et les permis d'exportations sont souvent incorrects ou attribués à tort.



**Figure 2.** (Gauche) Fleurs de *Dalbergia monticola* (Photo : John Cadle, Centre ValBio) ; (Droite) Fruits de *Dalbergia bracteolata* (Photo : Sonja Hassold).

Il est possible d'estimer le nombre d'espèces de *Dalbergia* potentiellement exploitables à Madagascar à partir de la taille de l'arbre. Les données relatives à la hauteur des arbres sont disponibles pour l'ensemble des 63 taxons de *Dalbergia* (Bossier & Rabevohitra, 2002). Le nombre d'espèces par classe de hauteur est résumé dans le Tableau 1.

**Tableau 1.** Nombre de taxons de *Dalbergia* actuellement reconnus à Madagascar (y compris les espèces, sous-espèces et variétés) par classes de hauteur (pas de données disponibles sur le DHP pour toutes les espèces<sup>1</sup>).

| Classe de hauteur            | Nombre de taxons |
|------------------------------|------------------|
| Hauteur maximale $\geq$ 20 m | 7                |
| Hauteur maximale = 15-19,9 m | 14               |
| Hauteur maximale = 10-14,9 m | 21               |
| Hauteur maximale < 10 m      | 21               |
| <b>Totaux</b>                | <b>63</b>        |

Partant de l'hypothèse que les arbres de *Dalbergia* doivent atteindre une hauteur minimale de 15 m (Bossier & Rabevohitra, 2002) pour être potentiellement exploitables<sup>2</sup>, le Tableau 1 indique qu'un total de 21 espèces remplit ce critère de taille. Il faudrait les mesures du DHP et de l'aubier pour confirmer ce critère étant donné qu'à cette taille, le diamètre ou le duramen de certaines espèces n'est pas encore très développé, ce qui réduit la quantité de duramen commercialement exploitable. Plus de la moitié des taxons (42) n'atteignent pas les 15 m de hauteur et ont donc un potentiel d'exploitation commerciale limité.

Les *Dalbergia* malgaches poussent dans une diversité d'habitats, allant des zones arides steppiques aux forêts tropicales perhumides sempervirentes, et présentent une diversité de formes de croissance, allant des lianes aux arbres, en passant par les arbustes (Bossier & Rabevohitra, 2002). Même si ces taxons sont présents dans une diversité d'habitats, on ne les retrouve pas au-delà de 1 600-1 800 mètres au-dessus du niveau de la mer (Bossier & Rabevohitra, 2002). Vingt-sept taxons (y compris les entités infraspécifiques) poussent uniquement dans des zones humides, 22 dans des zones sèches et 14 dans les deux types d'habitats (Bossier & Rabevohitra, 2002). Le micro-endémisme, connu à d'autres groupes de Madagascar (Vences, Wollenberg, Vieites, & Lees, 2009), concerne aussi certains taxons de *Dalbergia* présents dans des zones très limitées.

On ne sait pratiquement rien sur le statut de la population des taxons de *Dalbergia* à Madagascar. Aucune information y afférente (publiée ou autre) n'a pu être trouvée et sachant à quel point il est

<sup>1</sup> Les données de DHP ne sont disponibles que pour les neuf espèces de l'Est de Madagascar et n'ont donc pas été incluses dans le tableau.

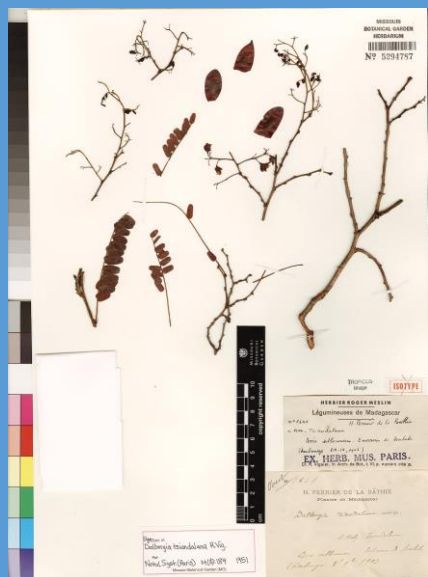
<sup>2</sup> Cette hypothèse est basée sur le fait que certaines espèces de *Dalbergia* ne deviennent jamais des arbres suffisamment grands pour produire du bois exploitable. Il convient d'observer que la hauteur totale de l'arbre est différente de la hauteur (taille) de la partie droite du tronc (fût) généralement utilisée quand l'arbre est exploité. Un grand arbre de 10m de haut pourrait avoir un fût de quelques mètres, selon la structure de l'arbre (ramification des branches, hauteur des branches où commence la couronne, etc.). Ceci expliquerait pourquoi certains rondins sont courts ; leur longueur ne constitue pas un indicateur fiable de la hauteur totale de l'arbre.

difficile d'identifier les arbres stériles<sup>1</sup> sur le terrain, ajouté au fait que les informations sur les aires de distribution de nombreux taxons sont dépassées, nous n'avons aucune garantie de la valeur des rapports contenant des données potentiellement utiles. Collectées par des professionnels qualifiés, de telles données seraient d'une valeur inestimable et permettraient de compléter les informations et les collections de référence réunies à l'aide du protocole décrit à l'Annexe 2 ci-après. Ces informations permettraient également de distinguer les espèces courantes et abondantes de celles qui sont rares et éventuellement menacées, ces statuts devant être pris en considération au moment de déterminer les espèces potentiellement exploitables.

#### ENCADRE 4. DEFINITION ET DENOMINATION DES ESPECES VEGETALES

Les espèces végétales sont définies et nommées dans le cadre d'un processus en deux étapes. Tout d'abord, les espèces sont reconnues et distinguées les unes des autres sur la base de différences morphologiques (caractères de leurs feuilles, de leurs fleurs, de leurs fruits et d'autres organes), ainsi que d'aspects tels que leur écologie et leur répartition géographique, souvent complétés par des informations provenant d'autres sources (par exemple, la génétique, l'anatomie et la chimie). Cette étape exige l'examen attentif des spécimens d'herbiers, où l'on trouve des échantillons de populations rencontrés dans plusieurs sites, pour déterminer quelles collections appartiennent à une espèce donnée et pour identifier leurs caractères distinctifs. La seconde étape consiste à nommer les espèces, ce qui se fait selon un ensemble de règles internationalement reconnues (Taxonomie, Association internationale pour les plantes, 2012). Au cours des deux derniers siècles et demi, les botanistes ont publié des noms pour de nombreuses espèces végétales et les règles de nomenclature définissent quels sont les noms qui s'appliquent aux espèces. Cependant, dans les groupes tels que *Dalbergia* et en

particulier *Diospyros*, la plupart des espèces reconnues par les botanistes à ce jour n'ont pas encore de nom officiellement publié soit parce que l'espèce n'a pas été collectée jusqu'à récemment (une situation souvent rencontrée à Madagascar où des dizaines de nouvelles espèces végétales sont découvertes chaque année) soit parce que les taxonomistes qui ont travaillé des décennies de cela ne disposaient pas matériels adéquats pour leur permettre de distinguer ces espèces. Chaque espèce nouvellement reconnue doit être soigneusement mesurée, décrite et recevoir un nom scientifique officiel dans une publication évaluée par les pairs qui indique comment l'espèce diffère des autres, un processus qui peut demander un à deux ans.



Légende photo: Un spécimen original hébergé dans l'herbier de Paris recueillis par H. Perrier de la Bâthie en 1903 à Mahajanga, Madagascar. Ce spécimen a été utilisé pour décrire et reconnaître l'espèce, *Dalbergia tsiandalana* (Viguié, 1951).

<sup>1</sup> Un arbre stérile est un arbre qui présente ni fleurs ni fruits, les structures reproductives des plantes à fleurs.

### 3.1.2 *Diospyros* : Nombre d'espèces exploitables, aire de distribution et statut de la population

Les informations fiables identifiant les espèces de *Diospyros* exploitées à Madagascar sont très limitées, voire inexistantes. Par ailleurs, sachant qu'il faut encore établir le nom et la description de plus de 60% des 215-230 espèces actuellement reconnues par les spécialistes travaillant sur ce genre (Schatz & Lowry, 2016) et dont bon nombre ont régulièrement été confondues avec d'autres membres du groupe, les noms utilisés dans les sources publiées ainsi que les rapports non publiés sont souvent incorrects et ne peuvent pas être vérifiés. Il est possible d'estimer le nombre d'espèces potentiellement exploitables à partir de la taille de l'arbre. Les données relatives au diamètre à hauteur de poitrine (DHP) et à la hauteur de l'arbre ont été établies à partir de spécimens d'herbier formellement identifiés de 165 espèces de *Diospyros*, y compris 81 ayant déjà un nom et 84 espèces nouvellement reconnues qui ne se sont pas encore vues attribuer de nom ou de description (Annexe 1). Le Tableau 2 résume le nombre d'espèces par classe de taille.



**Tableau 2.** Nombre d'espèces malgaches de *Diospyros* actuellement reconnues (décrites et non décrites) par classe de DHP et classe de taille pour les espèces sans données sur le DHP.

| Classe de diamètre/hauteur                                  | Statut de l'espèce |             |            |
|-------------------------------------------------------------|--------------------|-------------|------------|
|                                                             | Décrite            | Non décrite | Total      |
| <i>Espèces dont les données sur le DHP sont disponibles</i> |                    |             |            |
| DHP maximal $\geq$ 40 cm                                    | 9                  | 9           | 18         |
| DHP maximal = 30-39,9 cm                                    | 12                 | 8           | 20         |
| DHP maximal = 20-29,9 cm                                    | 12                 | 15          | 27         |
| DHP maximal = 15-19,9 cm                                    | 8                  | 5           | 13         |
| DHP maximal = 10-14,9 cm                                    | 7                  | 11          | 18         |
| DHP maximal < 10 cm                                         | 4                  | 13          | 17         |
| Sous-totaux                                                 | 52                 | 61          | 113        |
| <i>Espèces sans données sur le DHP</i>                      |                    |             |            |
| Taille maximale $\geq$ 20 m                                 | 1                  | 4           | 5          |
| Taille maximale = 15-19,9 m                                 | 2                  | 3           | 5          |
| Taille maximale = 10-14,9 m                                 | 6                  | 9           | 15         |
| Taille maximale < 10 m                                      | 20                 | 7           | 27         |
| Sous-totaux                                                 | 29                 | 23          | 52         |
| <b>Totaux</b>                                               | <b>81</b>          | <b>84</b>   | <b>165</b> |

Partant de l'hypothèse que les arbres de *Diospyros* deviennent potentiellement exploitables lorsqu'ils atteignent un DHP minimal de 30 cm ou une hauteur minimale de 15 m, un total de 48 espèces (dont seulement la moitié a des noms publiés) satisferaient ces critères de taille, selon le Tableau 2. A part cela, un minimum de 50 espèces manquent des données sur le DHP ou la taille pour permettre d'évaluer leur place dans cette liste et si jamais la proportion d'arbres de grande taille (29%) dans ce groupe d'espèces est la même, le total monterait à environ 63 espèces. En baissant quelque peu les critères d'exploitabilité potentielle ( $\text{DHP} \geq 20$  cm ou hauteur  $\geq 10$  m), on

obtiendrait un total de 90 (dont 48 ayant des noms publiés) pour les espèces dont le DHP/la taille sont connus et environ 117 pour l'ensemble des espèces.



**Figure 3.** Douze espèces de *Diospyros* fructifiant simultanément sur l'île de Nosy Mangabe dans le nord-est de Madagascar, sept viennent d'être découvertes par la science.

Les spécimens d'herbier formellement identifiés livrent des informations sur la distribution géographique et le caractère courant/rare (nombre de localités documentées) des espèces de *Diospyros* à Madagascar. Ces informations sont disponibles pour l'ensemble des espèces publiées (y compris sous forme de cartes en ligne) sur la page *Diospyros* du Catalogue de Madagascar (The Madagascar Catalogue, 2016). Pour les espèces dont le nom et la description doivent encore être formellement établis, les données sur leur aire de distribution ont été compilées par deux spécialistes travaillant sur le genre (voir Encadré 4 pour plus d'information sur la dénomination et la description officielles des espèces). Certaines espèces de taille potentiellement exploitable, dont le DHP peut atteindre 40 à 60 cm sont très courantes, notamment *D. haplostylis*, *D. sakalavarum* et *D. tropophila*, alors que d'autres, notamment *D. bemarivensis*, *D. antongilensis* et *D. taikintana* (les deux dernières ne sont pas encore publiées), ont une aire de distribution beaucoup plus restreinte. La plupart des forêts malgaches abritent plusieurs espèces de *Diospyros*, qui comprennent presque toujours des espèces dont le tronc est de taille suffisamment importante pour produire du bois ayant une valeur commerciale. Au moins la moitié des espèces présentes



simultanément, indiquées à la Figure 3, sont des arbres de grande taille et la Figure 4 montre un exemple d'espèce potentiellement exploitable en milieu sauvage.



**Figure 4.** Fruits sur le tronc d'un arbre de *Diospyros labatiana*, une espèce nouvellement identifiée dont la taille peut atteindre 16 m et le diamètre presque 30 cm.

On ne sait absolument rien sur le statut de la population d'espèces de *Diospyros* à Madagascar. Aucune information (publiée ou autre) y afférente n'a pu être trouvée et compte tenu de la complexité taxonomique du genre, du nombre d'espèces nouvellement identifiées et du nombre limité d'experts capables de reconnaître les membres du genre, la valeur de tout rapport contenant des données potentiellement utiles serait limitée, voire nulle. Collectées par des professionnels qualifiés, de telles données seraient d'une valeur inestimable et permettraient de compléter les informations et collections de référence réunies à l'aide du protocole décrit à l'Annexe 2.

### 3.2 Technologies d'identification des espèces malgaches de *Dalbergia* et de *Diospyros*

#### 3.2.1 *Elaboration de collections de référence et de bases de données*

Pour pouvoir élaborer des outils fiables permettant d'identifier les espèces avec exactitude, il faudrait avoir une bibliothèque de référence complète qui fait autorité, comme avec la recherche d'empreintes digitales en criminologie. Un protocole de collecte des plantes nécessaires et de compilation des données y afférentes sur une plateforme de base de données intégrée a été mis en place et est actuellement en cours de mise en œuvre pour une phase test et de mise au point sur le terrain (voir Annexe 2). La bibliothèque est nécessaire à deux processus liés : 1) fournir la documentation dont la communauté scientifique aussi bien malgache qu'internationale ont besoin pour établir le jeu d'outils d'identification énumérés au Tableau 3 ; et 2) servir de référence aux experts techniques malgaches et internationaux pour appuyer la gestion et la mise en application des outils. La délimitation taxonomique et la dénomination des espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros* sont à la base de l'élaboration de tout outil d'identification précis et fiable.

Les informations taxonomiques, ainsi que les outils d'identification actuellement disponibles ne sont pas du tout adaptés. Par exemple, les grumes appartenant à la même espèce de *Dalbergia* pourraient aussi bien être classifiés « palissandre » que « bois de rose », suivant la définition des deux catégories et le niveau de connaissance de la personne procédant à leur identification. En l'absence de structures reproductives, il est impossible de rattacher les échantillons de bois à une espèce avec certitude. Sur le terrain, la conception actuelle de l'identificateur de bois (dont la formation était appuyée par TRAFFIC) permet uniquement de classer le bois en trois catégories, à savoir ébène, palissandre ou bois de rose et ne permet pas d'identifier l'espèce correspondante de *Dalbergia* ou de *Diospyros*.<sup>1</sup>

#### 3.2.2 *Méthodes d'identification d'espèces et d'origines à partir d'échantillons de bois (mort) (ex : anatomie, génétique et composition chimique)*

La convention CITES présuppose que les espèces figurant dans l'une de ses trois annexes sont dotées d'une description taxonomique et qu'il est facile pour des personnes qualifiées de les identifier à l'aide d'outils largement diffusés. Malheureusement, le bois, en particulier celui exporté en provenance de Madagascar, déroge à cette hypothèse. Le problème avec cette hypothèse et, par extension, une des barrières qui empêche l'adhérence au Plan d'action de Madagascar pour la CITES, est que les espèces des genres *Dalbergia* et *Diospyros* n'ont pas toutes été officiellement nommées et décrites et même, comme mentionné plus tôt, la plupart d'entre elles restent inconnues et sont difficiles à identifier.

---

<sup>1</sup> Ratsimbazafy, C. Présentation du projet SCAPES de l'USAID, Ambassade Américaine, Antananarivo Madagascar, 31 mars 2016. L'identificateur d'arbre TRAFFIC est une publication comprenant des photos qui aident à l'identifier les billes comme étant de l'ébène, du palissandre, ou du bois de rose, mais l'outil ne permet pas l'identification au niveau espèces.

Concernant la situation à Madagascar, la citation ci-après, tirée de la dernière publication de l'Université d'Adelaide/UNODC (Dormontt, et al., 2015) – à laquelle de nombreux grands scientifiques travaillant sur l'identification du bois ont contribué – décrit certains des obstacles auxquels les scientifiques se heurtent par rapport à l'identification des espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros* :

*« Chaque fois qu'une espèce de bois rejoint les annexes de CITES, de nouveaux besoins en outils d'identification de produits de bois se présentent. Pour le moment, aucune considération n'est donnée à la disponibilité d'outils d'identification lorsque de tels ajouts sont faits et les signataires de la convention n'ont pas l'obligation de fournir un spécimen de référence ni de faciliter son acquisition. Nous estimons qu'il est inacceptable que la responsabilité de collecter le matériel de référence pour le Xylaria, qui est sous-financé, nous échoie exclusivement. Pour ajouter à ces difficultés, de nombreux groupes d'espèces de bois souffrent d'un manque de clarté taxonomique ; sans solides fondations taxonomiques, il est impossible d'élaborer les outils d'identification judiciaire nécessaires. »*

Les botanistes et scientifiques du bois hautement respectés et de formation internationale travaillant sur ces questions se heurtent à un manque de ressources humaines et financières, ainsi que des partenariats étroits avec des experts internationaux et d'équipement laboratoire essentiel alors qu'ils en ont besoin pour jouer un rôle majeur dans l'effort collaboratif visant à résoudre les questions taxonomiques entourant les espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros*.

De nombreux outils, technologies et méthodologies actuellement utilisés dans la médecine légale pour les êtres humains et les animaux sont rapidement adaptés et retravaillés pour aider à l'identification judiciaire des bois et produits fabriqués avec du bois illégaux. Dans les pays développés où la législation relative à l'exploitation forestière illégale est mise en vigueur, la motivation à élaborer ces outils en vue d'améliorer le suivi et l'application de la législation relative à la légalité du bois de construction est manifeste. Malheureusement, à cause du manque de ressources, les technologies utilisées par les scientifiques malgaches sont encore en phase de développement et aucune n'est encore prête pour une utilisation à plus grande échelle.

Un bref aperçu des technologies existantes et nouvelles utilisées par les scientifiques malgaches et leurs partenaires internationaux pour résoudre les questions touchant à la taxonomie des genres *Dalbergia* et *Diospyros* est fourni ci-après. Le Tableau 3 résume les différents outils d'identification et leur état de développement actuel.

Taxonomie au niveau spécifique : Le personnel malgache du Missouri Botanic Garden a rejoint des botanistes internationaux à St. Louis et à Paris pour effectuer une revue taxonomique complète et détaillée des espèces appartenant aux genres *Dalbergia* et *Diospyros* présentes à Madagascar. Les premiers travaux ont indiqué que les approches taxonomiques traditionnelles telles que

l'analyse de la morphologie de la feuille, de la fleur et du fruit offrent une base utile et très instructive pour l'identification des espèces des deux genres.

Macroscopie/microscopie du bois : Dr. Harisoa Ravaomanalina, Professeure de Botanique, dirige le laboratoire d'anatomie du bois de l'Université d'Antananarivo. Elle a une formation internationale en anatomie du bois et a une vaste expérience dans l'utilisation de la macroscopie (loupe) et de la microscopie optique pour l'identification du bois (Ravaomanalina, Crivellaro, & Schweingruber, In press).

Travaillant sur l'aspect anatomie du bois du projet Madagascar ITTO-CITES (dirigé par Dr. Sonja Hassold), Dr. Ravaomanalina utilise la microscopie optique pour relever les différences de structure cellulaire du bois des espèces de *Dalbergia* (et *Diospyros*). A terme, ces données anatomiques seront compilées avec les données morphologiques et génétiques dans l'espoir de résoudre les regroupements d'espèces problématiques historiquement décrits dans le genre *Dalbergia*.

NIRS portatif à main (en phase d'élaboration) : Dr. Tahiana Ramananantoandro est professeure en science du bois et dirige le laboratoire de science du bois à la Faculté d'Agronomie au département ESSA-Forêts de l'Université d'Antananarivo. Elle a une formation internationale en science du bois et utilise des méthodes NIRS traditionnelles et novatrices pour analyser les nombreuses propriétés du bois (Rakotovololonalimanana et al., 2015). Par manque de fonds pour l'achat d'une unité Bruker MPA FT-NIR (coût : 70 000 dollars), elle s'est mise à tester un spectromètre proche infrarouge (MicorNIR Pro 1700 ES – 18 000 dollars) dans l'espoir de mettre au point une base de données de caractères discriminatoires qui pourraient résoudre le problème des espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros*. D'anciennes études ont démontré que la méthodologie NIRS peut discriminer entre différentes espèces de bois brésilien (Braga, Pastore, Coradin, Camargos, & da Silva, 2011) difficiles à distinguer à l'œil nu et permet de faire des distinctions par régions géographiques (par exemple, entre le bois provenant de Finlande, du nord et du sud de la Pologne et d'Italie ; Sandak, Sandak, & Negri, 2011). En application à l'espèce *Dalbergia*, on peut distinguer *Dalbergia cochinchinensis* (une espèce inscrite à l'Annexe II de la CITES) de trois autres espèces de *Dalbergia* (*D. retusa*, *D. bariensis* et *D. oliveri*) à l'aide de la spectrométrie FT-IR qui permet de discriminer entre la composition des extractibles du bois (Zhang et al., 2016). L'équipe d'ESSA-Forêts, en collaboration avec le CIRAD Montpellier et ESALQ Brésil a utilisé la NIRS pour distinguer l'origine géographique du bois *Eucalyptus robusta*. Ainsi, à partir des spectres NIR, ils ont déterminé que le bois d'eucalyptus a été collecté dans la région de Fianarantsoa, Manjakandriana, Anjozorobe, Andasibe ou Mahela (Ramananantoandro, Rakotovololonalimanana, Razafimahatratra & Mevanarivo, 2016).

ADN : En partenariat avec l'Université d'Antananarivo, Dr. Sonja Hassold et M. Simon Crameri, sous la supervision du Prof. Alex Widmer d'ETH Zurich, ont mené les seules études moléculaires

réalisées à ce jour sur les espèces de *Dalbergia* de Madagascar<sup>1</sup>. Utilisant des codes-barres génétiques traditionnels ainsi que des microsatellites d'ADN, leurs études préliminaires ont montré qu'il est possible de distinguer des groupes d'espèces et qu'il pourrait être possible de différencier le matériel venant de Madagascar de ceux venant d'ailleurs. Ce travail est financé par le projet ITTO de CITES et se poursuivra jusqu'en octobre 2016. Le seul travail moléculaire impliquant des espèces de *Diospyros* de Madagascar est celui mené par M. Alex Linan au Missouri Botanical Garden et à l'Université de St. Louis, qui est axé sur la génétique des populations d'espèces des îles Mascareignes (Maurice, La Réunion et Rodrigues).

Spectrométrie de masse : Dr. Edgard Espinoza, Directeur Adjoint de l'United States Fish and Wildlife Service, Laboratoire criminalistique, a travaillé en partenariat avec Dr. Ravaomanalina et Dr. Hassold à la constitution d'une base de données de référence des signatures chimiques uniques aux espèces de *Dalbergia* à Madagascar (pour l'instant, il n'existe pas de base de données comparable pour *Diospyros*). Utilisant la spectrométrie de masse, Dr. Espinoza a réussi à distinguer de nombreuses différentes espèces de *Dalbergia* au niveau mondial mais le travail de clarification des espèces de Madagascar est encore en cours (Espinoza, Wiemann, Barajas-Morales, Chavarria, & McClure, 2015; McClure, Chavarria, & Espinoza, 2015; Lancaster & Espinoza, 2012).

**Tableau 3.** Liste des outils d'identification de bois actuellement à la disposition des scientifiques malgaches, types de matériel (ex : arbre sur pied, rondins et planches, produits finis) et état de développement de chaque outil en rapport avec l'identification d'espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros* de Madagascar. Pour plus d'informations sur ces outils, voir Dormontt et al., 2015.

| Outil d'ID    | Arbres sur pied | Grumes et planches | Produits finis | Application actuelle à <i>Dalbergia</i> spp.                            | Application actuelle à <i>Diospyros</i> spp.                             |
|---------------|-----------------|--------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Fleurs/fruits | Oui             | N/A                | N/A            | Certaines espèces peuvent être identifiées par les experts <sup>2</sup> | Toutes les espèces peuvent être identifiées par les experts <sup>3</sup> |
| Feuilles      | Oui             | N/A                | N/A            | Certaines espèces peuvent être                                          | Toutes les espèces peuvent être identifiées par les experts <sup>2</sup> |

<sup>1</sup> Travail d'établissement des microsatellites/codes-barres réalisé par Sonja Hassold (Hassold et al. soumis)

<sup>2</sup> La plupart des espèces de *Dalbergia* fleurissent et fructifient de façon irrégulière (certaines commenceraient à fleurir seulement après un cyclone) et les collections botaniques des fleurs ou des fruits de ces espèces sont insuffisantes pour permettre une description et une identification appropriées (*données non publiées*).

<sup>3</sup> Seuls deux experts en botanique sont actuellement capables d'identifier l'ensemble des espèces de *Diospyros* présentes à Madagascar, essentiellement sur la base des fleurs/fruits, même s'il est estimé que l'identification basée sur les caractères des feuilles mérite peut-être d'être développée (P.P. Lowry II and G.E. Schatz, *Comm. pers.*).

|                                                         |                                                             |                                                             |                                                                                         |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                         |                                                             |                                                             |                                                                                         | identifiées par les experts <sup>1</sup>                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                 |
| ADN                                                     | Oui                                                         | Oui                                                         | Possible. Généralement très difficile à cause de la nature dégradée de l'ADN transformé | Des bases de données code barre et microsatellite ont été mises au point pour certaines espèces des régions géographiques uniques de Madagascar <sup>2</sup>                  | Non élaboré                                                                                                                                                     |
| Macroscopie du bois <sup>3</sup>                        | Oui                                                         | Oui                                                         | Possible, avec quelques problèmes                                                       | Le technicien peut être formé à identifier les genres et non les espèces. Avec des informations contextuelles <sup>4</sup> , un expert <b>pourrait</b> identifier les espèces | Le technicien peut être formé à identifier les genres et non les espèces. Avec des informations contextuelles, un expert <b>pourrait</b> identifier les espèces |
| Microscopie du bois <sup>5</sup>                        | Oui                                                         | Oui                                                         | Oui                                                                                     | Les genres peuvent être identifiés par un expert et éventuellement les espèces avec des informations contextuelles                                                            | Les genres peuvent être identifiés par un expert et éventuellement les espèces avec des informations contextuelles                                              |
| Outil de spectroscopie proche infrarouge <sup>6,7</sup> | <i>Eventuellement : technique en cours de mise au point</i> | <i>Eventuellement : technique en cours de mise au point</i> | <i>Eventuellement : technique en cours de mise au point</i>                             | Eventuellement : les genres et les espèces peuvent être identifiés par un expert                                                                                              | Eventuellement : les genres et les espèces peuvent être identifiés par un expert                                                                                |

<sup>1</sup> Travail de Simon Crameri et de Sonja Hassold sur le potentiel d'identification sur la base des caractères morphologiques des feuilles (Hassold et al. résultats non publiés).

<sup>2</sup> Travail de microsatellite/code-barres réalisé par Sonja Hassold (Hassold et al. soumis)

<sup>3</sup> Ravaomanalina, Crivellaro, & Schweingruber, In press

<sup>4</sup> Les informations contextuelles comprennent des informations supplémentaires à partir de spécimens collectés: lieu, information sur l'habitat, habitude (arbres, buisson, etc.), nom vernaculaire entre autres détails importants.

<sup>5</sup> Ravaomanalina, Crivellaro, & Schweingruber, In press

<sup>6</sup> Sandak, Sandak, & Negri, 2011

<sup>7</sup> T. Ramanantoandro, Professeur à ESSA-Forêts, Université d'Antananarivo, *Communication personnelle*



|                        |     |     |     |                                                                                                                                                                                                 |                  |
|------------------------|-----|-----|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Spectrométrie de masse | Oui | Oui | Oui | Il existe des données de référence pour de nombreuses espèces de <i>Dalbergia</i> au niveau mondial. Les données de référence pour Madagascar sont encore en cours de collecte <sup>1,2,3</sup> | Non mis au point |
|------------------------|-----|-----|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|

#### 4. MARCHE A SUIVRE ET APPLICATION PRATIQUE DE LA SCIENCE

Comme mentionné à la section 2, la science joue un rôle important dans le Plan d'action CITES pour les espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros* de Madagascar. Si la section précédente a indiqué un manque considérable de connaissances, il existe une base significative d'expertise à mettre à profit au niveau national et international. Cette section fixe un programme d'actions sur deux dimensions clés : (i) faire progresser la science ; et (ii) promouvoir un environnement favorable, en particulier en termes de potentiel sylvicole et d'implication du secteur privé. Ces deux dimensions sont étroitement liées. Il ne peut y avoir de progrès scientifique sans impulsion du secteur public ou justificatif commercial. Dans le cas du bois précieux de Madagascar, l'impulsion pour le secteur public vient essentiellement de l'inscription à la liste de la CITES et de l'embargo sur le commerce international qui l'accompagne – l'application des inscriptions aux listes de la CITES est en effet une priorité pour le Gouvernement de Madagascar et les Parties à la CITES. Il y a également une impulsion potentielle du côté du secteur privé, notamment du côté des entités privées qui souhaitent développer une exploitation commerciale et le commerce durables du bois précieux et qui se rendent compte que ce ne sera pas possible sans investir d'abord dans la science pour l'identification des espèces de leur distribution et de leur abondance, dans les aspects sylvicoles, et dans d'autres aspects abordés dans le présent rapport.

##### 4.1 Analyse des besoins et opportunités de financement pour appuyer le travail scientifique

Les investissements récents et actuels dans la science des bois durs précieux ont essentiellement été affectés à l'évaluation des stocks sur pied des espèces de bois précieux potentiellement exploitables (voir résumé à la section 2.3.2 de ce rapport) au grand détriment du travail taxonomique et de la mise au point d'outils d'identification fondamentaux à l'évaluation des points scientifiques dans le cadre du plan d'action CITES. L'Annexe 3 présente la liste des projets passés

<sup>1</sup> Espinoza, Wiemann, Barajas-Morales, Chavarria, & McClure, 2015

<sup>2</sup> McClure, Chavarria, & Espinoza, 2015

<sup>3</sup> Lancaster & Espinoza, 2012

et en cours qui abordent certains des travaux cités dans le plan d'action CITES ou d'autres travaux décrits dans la section deux du présent rapport.

Pour appuyer la mise au point de collections de référence et d'outils d'identification, les auteurs du présent rapport, en partenariat avec les scientifiques de l'Université d'Antananarivo, ont décrit dans les grandes lignes, les besoins en infrastructures et ressources essentiels qui n'ont actuellement pas de financement. Ils sont décrits plus en détails dans le Tableau 4. Les ressources spécifiques nécessaires sont présentées à l'Annexe 4. De plus, le renforcement des capacités et la formation des scientifiques et des étudiants malgaches devraient jouer un rôle significatif dans les projets à venir pour garantir la pérennité de ce travail. Cela est clairement illustré par la nécessité de transférer les connaissances des experts internationaux sur les deux genres aux scientifiques malgaches. Comme mentionné plus haut, les botanistes internationaux actuellement capables d'identifier les espèces de *Diospyros* ne sont qu'au nombre de deux, ce qui est une situation intenable pour tout travail à venir sur ce genre à Madagascar. Les sources potentielles de financement pour ces projets sont le Cycle de financement du 11<sup>ème</sup> FED de l'Union européenne, qui accepte des offres pour appuyer l'assistance scientifique et technique et des investissements à Madagascar et le Comité Recherche et Exploration de la National Geographic Society, qui pourrait éventuellement appuyer certains travaux sur le terrain visant à développer une collection de référence d'espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros*.

A part cela, l'immense attention accordée à *Dalbergia* au niveau mondial, dans le cadre du processus CITES, offre l'opportunité de mobiliser l'attention de la communauté internationale et d'obtenir un appui financier pour aider les scientifiques malgaches à développer la capacité nécessaire à travers des partenariats étroits avec les scientifiques internationaux qui mettent au point, testent et mettent en œuvre des outils pour combattre le trafic illégal de bois et de produits à base de bois. Les scientifiques malgaches ont déjà établi quelques relations essentielles avec des scientifiques internationaux mais les scientifiques de la communauté internationale sont bien plus nombreux à s'intéresser et à aider leurs collègues malgaches. La sensibilisation que nous avons menée au cours de cette période d'évaluation nous a permis d'obtenir un feedback très positif de nombreux organismes scientifiques qui mesurent la gravité de la situation et ont exprimé leur engagement à aider leurs collègues malgaches dans cet effort, une fois que le financement aura été mis à disposition.

Les spécialistes en botanique du Missouri Botanical Garden sont très intéressés à dispenser des formations et à transmettre leur expertise sur la taxonomie et l'identification des espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros* aux étudiants et/ou botanistes malgaches leur permettant d'atteindre le niveau de capacité nationale recherché. Le Missouri Botanical Garden a ouvert une antenne officielle à Madagascar en 1984 et emploie actuellement plus de 75 membres du personnel nationaux sur l'ensemble du pays dans ses recherches botaniques et ses programmes de conservation des plantes. De plus, suite à nos communications avec des leaders reconnus de l'anatomie du bois (basés à l'USFS Forest Products Lab and Royal Botanic Gardens, Kew), nous

avons reçu confirmation qu'ils seraient intéressés à diriger une initiative de formation basée à Madagascar et à piloter certains des derniers outils d'anatomie du bois pour un usage sur le terrain futur à Madagascar en collaboration avec des scientifiques malgaches expert en bois identifiés à la section 3.2.2 de ce rapport. Par ailleurs, le laboratoire criminalistique d'USFWS (qui joue actuellement un rôle dans le projet ITTO-CITES à Madagascar, dans le cadre duquel il utilise la spectrométrie de masse) a manifesté son intérêt à renforcer son engagement auprès des scientifiques malgaches, en vue de fournir des données utilisables à leurs collègues malgaches qui n'ont pas d'expertise dans ce domaine. En dernier lieu et pour dire les choses aussi clairement que possible, c'est exactement ce besoin que les scientifiques malgaches ont exprimé : une collaboration internationale étroite, collégiale et bien coordonnée entre des scientifiques utilisant diverses méthodologies pour s'atteler aux problématiques globales touchant à l'identification et au trafic illicite des bois de rose et des ébènes à partir de Madagascar. Le budget et le calendrier dans les tableaux 4 et 5 sont des indications fondées sur des consultations avec des experts dans chacun de ces domaines et sont réalistes compte tenu de l'état des travaux en cours dans chaque domaine. En ce qui concerne le calendrier, les différentes composantes des activités proposées doivent être mises en œuvre en parallèle en effet parce qu'elles présentent des synergies et parce que l'avancement sera itératif. Les résultats préliminaires obtenus à ce point sont basés sur un échantillonnage effectué dans un nombre limité de domaines dans le cadre de la recherche doctorale de Sonja Hassold. Le protocole d'échantillonnage récemment mis au point et actuellement mis en œuvre génère un ensemble beaucoup plus large et plus profond de matériels pour les travaux de taxonomie, d'anatomie et d'ADN du bois, etc., ce qui permettra à chacun de ces outils d'identification de passer au niveau supérieur. La poursuite de l'échantillonnage sur terrain permettra d'obtenir l'ensemble complet d'échantillons nécessaires pour finaliser les différents outils. Cependant, il ne serait pas efficace d'attendre jusqu'à ce que l'échantillon complet soit disponible avant de poursuivre le développement des outils et cela retarderait inutilement l'ensemble du processus. L'évaluation de l'état de conservation des espèces dans chaque genre par rapport aux critères de la Liste rouge de l'UICN devrait constituer une priorité, l'objectif étant d'établir une liste des espèces qui ne devraient jamais être exploitées commercialement (par exemple, espèces en danger critique et en voie de disparition) et une liste des espèces qu'il faudrait examiner davantage en vue d'une possibilité d'exploitation durable (par exemple, les espèces de préoccupation mineure).

**Tableau 4.** Liste des travaux, des activités, des besoins financiers et des délais recommandés pour satisfaire aux besoins scientifiques cernés à la section 3.

| Travaux recommandés                        | Activités                                                                                                                    | Besoin financier (USD) | Délai    |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------|
| Echantillonnage sur le terrain standardisé | Le protocole d'échantillonnage élaboré et piloté par ETH, MBG et l'Université d'Antananarivo (Annexe 2) sera mis en œuvre en | 60 000                 | 2 années |

Évaluation scientifique du bois précieux de Madagascar par le WRI-BM

|                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| de <i>Dalbergia</i> et de <i>Diospyros</i> pour établir une collection de référence source pour les outils d'identification et le matériel vivant en vue d'une conservation et de la mise en place d'une banque de semences <i>ex-situ</i> | vue de compiler une collection de référence exhaustive et collecter des matériels vivants (semences, plants, boutures) représentatifs de l'ensemble des espèces potentiellement exploitables, où l'échantillonnage de la population représentative couvrira l'aire de distribution de chaque espèce. Les résultats de ce travail appuieront la taxonomie, l'anatomie du bois, le barcoding moléculaire, la spectrométrie de masse et les évaluations de conservation, ainsi que la conservation et la banque de semences <i>ex-situ</i> (voir ci-dessous). La plateforme pilote de base de données intégrées sera affinée et finalisée et toutes les données pertinentes y seront incorporées pour donner accès à toutes les parties prenantes. |         |            |
| Taxonomie des espèces potentiellement exploitables de <i>Dalbergia</i>                                                                                                                                                                     | Les botanistes de MBG qui ont lancé une évaluation préliminaire des problèmes taxonomiques du genre (P. Phillipson, M. Rabarimanarivo) collaboreront avec des botanistes d'une institution malgache à la revue et à la mise à jour de la délimitation des espèces de <i>Dalbergia</i> au cours desquelles ils incorporeront les méthodes et les résultats de S. Hassold et de S. Cramer (ETH Zurich). Ceci impliquera 2 mois de travail de toute l'équipe de l'herbier de Paris qui détient la collection de loin la plus vaste et la plus complète de spécimens d'herbier de Madagascar. Des guides de terrain et des ateliers de formation seront élaborés et tenus dans le cadre de ce travail.                                              | 60 000  | 2 années   |
| Taxonomie des espèces potentiellement exploitables de <i>Diospyros</i>                                                                                                                                                                     | Les experts reconnus pour les <i>Diospyros</i> malgaches (G. Schatz & P. Lowry) collaboreront avec 2 botanistes malgaches à la délimitation et à la description d'environ 50 espèces potentiellement exploitables qui n'ont pas encore de nom. Le matériel et les documents (spécimens, photos) produits à partir du protocole d'échantillonnage standardisé seront utilisés à cet effet et le travail se déclinera en 6 mois de travail sur le terrain pour les botanistes malgaches et 3 mois de travail sur le terrain pour toute l'équipe de l'herbier de Paris. Des guides de terrain et des ateliers de formation seront élaborés et tenus dans le cadre de ce travail.                                                                   | 100 000 | 2,5 années |
| Statut de conservation des espèces potentiellement exploitables de <i>Dalbergia</i> et de <i>Diospyros</i>                                                                                                                                 | L'équipe de la Liste rouge de MBG-Madagascar et le Groupe de spécialiste des plantes mandaté par IUCN appliqueront les critères de la Liste rouge d'IUCN pour évaluer le risque d'extinction de chacune des quelque 160 espèces potentiellement exploitables de <i>Dalbergia</i> et de <i>Diospyros</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 50 000  | 1 année    |

|                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |                                               |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------|
| Xylarium malgache : Infrastructure et développement futur    | Fournir les capacités humaines et financières nécessaires à la constitution et conserver des collections de référence malgaches de <i>Dalbergia</i> , de <i>Diospyros</i> et d'espèces semblables à l'Université d'Antananarivo. Inviter des experts internationaux à dispenser des formations aux scientifiques du bois malgaches futurs                            | 200 000 | 3 années                                      |
| Elaboration d'outils d'identification d'ADN                  | Élaborer des outils d'identification ADN, notamment l'extraction et l'analyse, et former les scientifiques malgaches.                                                                                                                                                                                                                                                | 100 000 | 2-3 années                                    |
| Macro/ microscopie/ outils portatifs pour l'anatomie du bois | A l'aide de documents de référence malgaches, élaborer un outil à main d'identification de bois à déployer par les agents des forces publiques. Inviter également des experts internationaux à élaborer et transposer à plus grande échelle les formations sur l'anatomie du bois à Madagascar.                                                                      | 200 000 | 1 année (outil dans les ports dans 1,5 année) |
| Spectroscopie proche infrarouge (NIRS)                       | Acheter une unité Bruker MPA FT-NIR pour le laboratoire des Sciences du bois de l'Université de Tana pour aider Dr. Ramananantoandro à établir des données robustes pour corroborer d'autres technologies d'identification et valider le NIRS portatif. Fournir des infrastructures laboratoires pour la réalisation d'analyses et la conservation des échantillons. | 200 000 | 1,5 année                                     |
| Spectrométrie de masse                                       | Continuer à envoyer des échantillons au laboratoire de Criminalistique d'USFWS afin de développer la base de données de référence des espèces de <i>Dalbergia</i> , de <i>Diospyros</i> et semblables                                                                                                                                                                | 100 000 | 1,5 année                                     |

#### 4.2 Potentiel sylvicole de régénération des espèces malgaches de *Dalbergia* et de *Diospyros*

Pour réussir la conservation des espèces menacées d'extinction, il faut à la fois des plans de gestion *in situ* des populations existantes et des programmes sylvicoles *ex situ* permettant de protéger la diversité génétique restante des espèces et de produire et de développer le matériel et les méthodes nécessaires à la restauration et à la plantation éventuelles d'espèces à valeur économique. Il n'existe actuellement aucun projet de restauration, de plantation de bois, ou de pépinières de plantes indigènes axé exclusivement sur les espèces d'ébène, de bois de rose ou de palissandre à Madagascar. Même si quelques espèces de bois précieux malgaches ont été incluses dans certains projets de restauration et de pépinière, les données sur les protocoles de germination et les besoins, la dormance et la viabilité des semences et les conditions de croissance privilégiées n'ont pas été évaluées de façon systématique et ne sont pas mises à la disposition du public.

Pour les collections de semences et de germoplasmes de plante, le Silo National des Graines Forestière (SNGF) et le Kew Millennium Seed Bank Partnership collaborent à la collecte, au stockage, au test de la viabilité/capacité de germination et gèrent les semences des espèces de plantes présentant le risque le plus élevé d'extinction à Madagascar, y compris certaines espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros*. Leurs collections comportent actuellement les semences de plusieurs espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros*, même si leur nombre exact n'est pas disponible. Dans l'enceinte du SNGF à Antananarivo, des espèces de *Dalbergia* ont été plantées sans problème et aucune dormance significative des semences ou difficulté de germination n'a été signalée<sup>1</sup>. En revanche, des difficultés à faire pousser des plants de *Dalbergia* à partir de semences collectées à Madagascar ont été signalées lors de tests en serre effectués par des scientifiques de l'ETH Zürich. Les semences germent très facilement et poussent jusqu'à devenir des plants de 15 cm mais meurent au bout de quelques semaines. Ces difficultés sont potentiellement dues à l'absence de bactéries fixatrices d'azote spécifiques nécessaires à la croissance de toutes les espèces de légumineuses, qui n'existeraient que dans les sols malgaches. La seule étude publiée qui examine les espèces malgaches de *Dalbergia* en rapport aux bactéries fixatrices d'azote qui leur sont associées a relevé des niveaux élevés de diversité et de nouvelles souches de bactéries qui n'ont auparavant jamais été documentées comme fixant l'azote en association avec les espèces de légumineuses.<sup>2</sup> Les observations sur le terrain montrent que les souches d'arbres *Dalbergia* coupés développent facilement des taillis et génèrent des germes vigoureux, mais les informations disponibles qui permettraient de savoir si ces taillis et germes deviennent à terme des arbres potentiellement exploitables sont toutes anecdotiques<sup>3</sup>. Les espèces de *Diospyros* ont une plus faible propension à développer des taillis. Il n'y a pas de données publiées, disponibles sur la croissance ou le potentiel de croissance des espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros* exploitées. Les rondins abattus n'ont pas été formellement testés pour leur âge, bien que des observations anecdotiques mettent les plus grandes billes à plus d'un siècle.

L'Unité de conservation du programme Recherche et conservation du Missouri Botanical Garden a commencé à mettre en place des banques de gènes relatifs à des sites de conservation à base communautaire à travers Madagascar. Ce programme consiste à collecter les semences en vue de saisir l'étendue de la diversité génétique des populations d'un échantillon d'espèces de *Diospyros* dans les forêts protégées, ainsi que dans les populations ciblées des aires protégées environnantes. Ces semences sont ensuite semées dans les pépinières communautaires de plantes indigènes et les plants qui en résultent peuvent être utilisés dans le cadre des projets de restauration locaux. Par ailleurs, dans cinq des sites de conservation où MBG intervient auprès des communautés locales, les espèces locales de *Dalbergia* ont également germé comme il faut et ont poussé dans les pépinières de plantes indigènes dans le cadre du programme de restauration des forêts protégées.

---

<sup>1</sup> L. Ramamonjisoa, Directrice de SNGF, *Comm. pers.*

<sup>2</sup> (Rasolomampianina, et al., 2005)

<sup>3</sup> S. Hassold, *Comm. Pers.*, Signale un cas de taillis d'arbre *Dalbergia* qui a atteint une taille exploitable.

En nous basant sur les activités et les expériences existantes, nous recommandons la mise en place d'un programme coordonné de culture et de conservation *ex-situ* d'espèces potentiellement exploitables de *Dalbergia* et de *Diospyros*, combinant des pépinières basées sur le terrain pour la culture et la multiplication de plantes vivantes et des banques de semences pour la préservation de la diversité génétique. Les pépinières devraient être établies dans des aires protégées et d'autres sites dotés de personnel qui est présent en permanence et a de l'expertise dans la culture des plants (tels que les sites de conservation à base communautaire de MBG et le site du Madagascar Fauna and Flora Group à Ivoloïna). Ce travail aurait deux objectifs principaux : 1) tester et élaborer des protocoles de propagation/multiplication d'espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros* pour permettre la production de quantités suffisantes pour un vaste programme de sylviculture ; et 2) veiller à la conservation de la diversité génétique de ces espèces par une culture *ex-situ*. Du matériel vivant d'espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros* devrait également être cultivé au Parc Botanique et Zoologique de Tsimbazaza (PBZT) et au SNGF. Parallèlement à cela, des semences de chaque espèce, collectées au cours du programme d'échantillonnage standardisé sur le terrain, devraient être déposées à la banque de semences du SNGF, à Antananarivo et au Kew Millennium Seed Bank, au Royaume-Uni, à travers leur partenariat avec SNGF. Ceci créera un autre moyen complémentaire de conservation *ex-situ*. Les ressources dont ce programme a besoin et qui n'ont actuellement pas de financement, sont présentées dans le Tableau 5.



**Tableau 5. Liste des travaux, des activités, des besoins financiers et des délais recommandés pour la culture et la conservation ex-situ mentionnées à la Section 4.2.**

| Travail recommandé                                                                                                       | Activités                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Besoin financier (USD) | Délai     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------|
| Culture et conservation <i>ex-situ</i> d'espèces potentiellement exploitables de <i>Dalbergia</i> et de <i>Diospyros</i> | Mettre en place des collections de plants vivants sur environ 6 sites couvrant les aires de distribution écologique et géographique des espèces de <i>Dalbergia</i> et de <i>Diospyros</i> (ex : aires protégées doté de personnel expérimenté en culture de plants) pour tester et développer les techniques requises pour cultiver et multiplier chaque espèce (en vue d'une transposition à plus grande échelle par la suite) et pour maintenir la diversité génétique des espèces menacées dont les populations sauvages sont affectées ou sous pression. Des spécialistes expérimentés dans la culture d'arbres malgaches (ex : ceux de MBG, de SNGF) travailleront avec un(e) pépiniériste dédié(e) dans chaque site. Le matériel vivant sera également cultivé chez PBZT, au Zoo d'Ivoina (où le Madagascar Fauna and Flora Group effectue également un travail de conservation de plantes <i>ex-situ</i> ) et dans d'autres sites appropriés. | 200 000                | 3 années  |
| Constitution de banques de semences d'espèces potentiellement exploitables de <i>Dalbergia</i> et de <i>Diospyros</i>    | Déposer des semences viables, collectées dans le cadre du programme d'échantillonnage standardisé sur le terrain, auprès de la banque de semences de SNGF et du Kew Millennium Seed Bank Partnership, pour appuyer la conservation de la diversité génétique des espèces de <i>Dalbergia</i> et de <i>Diospyros</i> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 50 000                 | 1,5 année |

### 4.3 Établir le fondement scientifique pour l'exploitation et le commerce durables du bois précieux de Madagascar

Le bois précieux de Madagascar constitue une ressource naturelle importante. À ce jour, il a été exploité de manière non durable et illégale, causant des dommages écologiques importants et offrant peu d'avantages pour le Gouvernement et le peuple de Madagascar. Dans l'idéal, *Dalbergia* et *Diospyros* pourraient être récoltés de façon durable, créant des emplois et des revenus et offrant une incitation à maintenir les écosystèmes forestiers dans lesquels ils sont présents. Quels changements de politique sont nécessaires pour y parvenir ? Que peut-on faire en termes d'investissement dans la recherche scientifique et dans capacité scientifique et technologique humaine pour faciliter ces changements de politique ?

Il est largement admis que la première étape essentielle serait de réduire la demande extérieure en bois précieux de Madagascar. Cette demande émane presque entièrement du marché chinois de

meubles *hongmu* ou meubles de style traditionnel sculptés dans du bois dense et richement coloré tel que le bois de rose. Cela exige une application nettement plus forte au niveau national et une coopération internationale plus forte suite à l'inclusion dans la liste CITES des *Dalbergia* et *Diospyros* de Madagascar. Une grande partie du travail scientifique de base proposé dans ce rapport peut appuyer directement les efforts de détection et de dissuasion de ce commerce, qui à l'heure où nous écrivons, est entièrement illégal en vertu des termes convenus du Plan d'Action de Madagascar.

Outre les préoccupations en rapport à l'application de la loi, il sera essentiel de développer des méthodes scientifiques de base (par exemple, pour l'identification des espèces et d'établir les informations de référence (par exemple, distribution et abondance de la population) pour développer des investissements et un commerce responsable en bois précieux de Madagascar au niveau du secteur privé.

Le bois de rose de Madagascar, par exemple, est très prisé de l'industrie des instruments de musique. En 2008, une délégation de la Greenpeace MusicWood Coalition (représentant les sociétés de fabrication de guitares Gibson, Martin et Taylor) a effectué une mission d'enquête à Madagascar pour déterminer si les pratiques d'exploitation forestière du pays pouvaient être améliorées pour une mise en conformité avec les normes du Conseil de bonne gestion forestière (FSC), un organe international de certification volontaire du bois (Greenpeace, 2008). Cette initiative a été interrompue par le coup d'état de 2009 et du boom de l'exploitation illégale du bois de rose qui s'est ensuivi. De plus, une descente d'agents fédéraux de Gibson en novembre 2009 a conduit à la confiscation de bois suspecté d'être du bois d'ébène de Madagascar.

Néanmoins, l'industrie des instruments souhaite toujours établir, dans la mesure du possible, et acheter du bois précieux durable et légal à Madagascar. En septembre 2015, Bedell Guitars et WRI ont visité Madagascar dans le but de mieux comprendre les causes et les impacts de la coupe illégale de bois de rose et d'évaluer les possibilités d'approvisionnement légal et durable dans le contexte actuel. Au printemps 2016, Martin Guitar est revenu à Madagascar pour étudier la faisabilité d'établir un site de gestion durable de bois précieux et a visité une forêt qu'EtcTerra, une ONG française à l'œuvre à Madagascar, gère dans le sud-est de Madagascar. Tenant compte des problèmes spécifiques au site et de la crise générale du bois précieux à Madagascar, Bedell et Martin sont parvenus tous deux à la conclusion que l'approvisionnement légal et durable n'était pas possible à court terme. Cependant, l'intérêt continu du secteur privé montre que l'industrie du bois de fabrication d'instrument de musique peut contribuer à la gestion durable des forêts et investir dans ces mêmes forêts, une fois la chaîne de valeur sécurisée et le bois certifié FSC.

Dans le nord-est de Madagascar, près du parc naturel de Makira, Wildlife Conservation Society et Zoo Zürich ont initié des projets communautaires qui intègrent les plantations de bois de rose aux cultures de cacao récemment établies (Wildlife Conservation Society, 2015). À moyen terme, au bout de trois ans à cinq ans, quand ils produiront des fruits, les cacaoyers deviendront une culture

commerciale, alors que les arbres de bois de rose fourniront de l'ombrage (améliorant la valeur de la récolte de fruits de cacaoyers) et une source de recettes à long terme générées par la vente du bois. Compte tenu de la lenteur de la croissance des espèces de bois de rose, c'est là une perspective à long terme.

A titre d'option alternative, avancée dans le cadre des discussions découlant de cette étude, il serait bon d'identifier quelques sites pilotes dans plusieurs régions de Madagascar où on pourra piloter et mettre en œuvre un protocole d'exploitation durable d'espèces appropriées (non menacées) de *Dalbergia* et de *Diospyros*. Non seulement de tels sites pilotes aideraient à développer certaines des recommandations ci-dessus, mais ils serviraient aussi de plate-forme pour tester la collaboration entre les scientifiques, les agents forestiers chargés de l'application de la loi, les autorités locales, le Gouvernement central et le secteur privé.

Il faudra évaluer les ressources disponibles dans chaque parcelle (arbre par arbre) et élaborer un plan d'exploitation forestière durable à long terme générant des avantages économiques réguliers, notamment pour la communauté locale. Pour des raisons de sécurité évidentes, les informations sur les lieux des arbres inventoriés devront rester strictement confidentielles. Il faudra veiller de manière plus générale au contrôle et au suivi rigoureux des sites pilotes avec des outils éprouvés et il faudra que le bois qui sera prélevé de ces sites puisse faire l'objet de suivi de façon vérifiable et exécutoire tout le long de la chaîne de valeur. Les investisseurs potentiels du secteur privé ont exprimé leur intérêt à appuyer des initiatives de ce genre à Madagascar pourvu qu'un suivi et une application rigoureux soient assurés pour garantir la certification FSC.

Selon les rapports, des projets similaires ont été menés à bien dans d'autres pays (ex : les forêts communautaires de Martin Guitart pour l'exploitation d'acajou au Guatemala) mais la gouvernance est notoirement plus faible et les pressions relatives à l'exploitation plus fortes à Madagascar qu'au Guatemala.

Comme indiqué précédemment, il n'y a actuellement pas de données disponibles pour déterminer lesquelles parmi les différentes espèces de bois de rose et d'ébène sont menacées d'extinction car il n'y a pas eu d'évaluation de la Liste rouge de l'UICN pour les genres *Dalbergia* et *Diospyros* à Madagascar. Une première mesure en appui à ce projet pilote consisterait donc à accélérer les travaux scientifiques qui permettraient de déterminer (a) quelles sont les espèces commercialement viables qui sont de préoccupation mineure et ne seraient probablement pas menacées d'extinction; (b) quelles sont leurs caractéristiques de croissance et de production.

En bref, il y a un volume considérable de travaux scientifiques préparatoires à mener avant qu'un tel projet pilote puisse être mis en œuvre. En outre, il existe des risques de gestion et d'exécution relevant de l'urgence qui devront également être atténués afin d'assurer la sécurité physique des parcelles pilotes et l'intégrité scientifique des résultats du projet pilote. Compte tenu de ces risques, cependant, la mise en place d'un pilote prospectif du secteur privé pour la gestion et la récolte durables du bois précieux peut offrir le type d'incitation qui est précisément nécessaire à la fois

pour accélérer les travaux scientifiques nécessaires et dynamiser le travail de gestion et d'application du Gouvernement. L'expérimentation d'un tel modèle devrait également permettre aux communautés locales de voir que la conservation du bois précieux de Madagascar peut dépasser la simple « protection », et, au contraire, avoir une incidence en termes de croissance économique et de développement durables.

Les détails sur la conception d'un tel programme pilote d'utilisation durable dépassent le cadre de ce rapport. Les auteurs recommandent toutefois que les parties prenantes du Gouvernement, du secteur privé et des institutions scientifiques et de gestion des forêts entament rapidement le processus d'élaboration d'un tel projet pilote, y compris un programme d'urgence pour compléter les besoins scientifiques et de gestion de base énoncées ci-dessus.

## 5. CONCLUSIONS

Si ce rapport a révélé d'importantes lacunes en ce qui concerne les connaissances et la disponibilité des outils nécessaires à la mise en œuvre du Plan d'action CITES et à un appui à la gestion durable des bois précieux à Madagascar, il a également révélé l'existence d'une base solide pour surmonter chacune de ces lacunes – à condition que les bailleurs et les partenaires techniques s'attellent à travailler avec les institutions et les autorités concernées à Madagascar. Les experts nationaux et internationaux dans chacun des grands domaines (taxonomie, collecte et identification sur le terrain, élaboration et gestion d'une collection de référence et d'une base de données, anatomie du bois, barcoding moléculaire et spectrométrie de masse) ont lancé des initiatives pilotes prometteuses et travaillent en étroite collaboration, avec une vision commune de la manière dont il faut gérer les problèmes les plus pressants, acquérir les connaissances nécessaires et développer les outils indispensables. Le temps est venu de mettre ces efforts à échelle.

Madagascar est confronté à d'importants défis alors qu'il s'efforce de maximiser les avantages à tirer de l'exploitation commerciale de ses ressources en bois précieux tout en respectant les principes de légalité, d'équité et de durabilité. En même temps, le pays doit saisir l'opportunité unique que représentent la mobilisation et l'engagement des experts nationaux et de leurs partenaires internationaux pour coordonner les efforts visant à élaborer la base d'informations et les outils qui contribueront à concrétiser les aspirations du Gouvernement à avoir une industrie structurée et organisée qui contribue significativement à l'économie nationale. Si le pays parvient à mobiliser les ressources nécessaires à cette entreprise et réussit à mettre un tel programme en place et en œuvre, ce serait une grande première dans le monde en développement.

## 6. REFERENCES

- Beech, E., Shaw, K., Rivers, M., & Schatz, G. E. (2016). *Global Survey of Ex situ Ebony Collections*. Richmond, UK: BGCI.
- Bosser, J., & Rabevohitra, R. (2002). Tribe Dalbergieae. In D. Du Puy, *The Leguminosae of Madagascar* (pp. 321-361). Kew: Royal Botanic Gardens.
- Braga, J. W., Pastore, T. C., Coradin, V. T., Camargos, J. A., & da Silva, A. R. (2011). The use of near infrared spectroscopy to identify solid wood specimens of *Swietenia macrophylla* (CITES Appendix II). *IAWA*, 32, 285-296.
- Caramel, L. (2015, February 16). *China's rosewood craving cuts deep into Madagascar rainforests*. Retrieved from The Guardian: <http://www.theguardian.com/environment/2015/feb/16/rosewood-madagascar-china-illegal-rainforest>
- Chin, N. (2016, February 20). *Company MD charged with illegally importing endangered rosewood*. Retrieved from Channel News Asia: <http://www.channelnewsasia.com/news/singapore/company-md-charged-with/2532162.html>
- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. (2013). *Action plan for Diospyros spp. and Dalbergia spp.* Retrieved from CITES: <https://www.cites.org/eng/dec/valid16/Annex3.php>
- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. (2013). *Consideration of Proposals for Amendment of Appendices I and II*. Retrieved from CITES: <https://www.cites.org/sites/default/files/eng/cop/16/prop/E-CoP16-Prop-58.pdf> and <https://www.cites.org/sites/default/files/eng/cop/16/prop/E-CoP16-Prop-63.pdf>
- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. (2014). Interpretation and implementation of the Convention Species trade and conservation Malagasy ebonies (*Diospyros* spp.) and Malagasy rosewoods (*Dalbergia* spp.). *Standing Committee 65 Document 48.2, Action Plan of Madagascar*. Geneva, Switzerland: CITES.
- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. (2014). *Plants Committee 21 Document 18.3.2*. Veracrus: CITES.
- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. (2016). Interpretation and implementation of the Convention Species trade and conservation Ebonies (*Diospyros* spp.) and rosewoods (*Dalbergia* spp.) from Madagascar. *Standing Committee Document 46.2: Report of Madagascar*. Geneva, Switzerland: CITES.
- Dormontt, E. E., Boner, M., Braun, B., Breulmann, G., Degen, B., Espinoza, E., . . . Lowe, A. J. (2015). Forensic timber identification: It's time to integrate disciplines to combat illegal logging. *Biological Conservation*, 191, 790-798.
- Duery, S., & Vlosky, R. P. (2006). *An Overview of World Tropical Hardwood Resources, Forest Products Trade and Environmental Issues*. Baton Rouge, Louisiana: Louisiana Forest Products Development Center.
- Espinoza, E. O., Wiemann, M. C., Barajas-Morales, J., Chavarria, G. D., & McClure, P. J. (2015). Forensic analysis of CITES-protected *Dalbergia* timber from the Americas. *IAWA Journal*, 36, 311-325.
- FAO. (2016, May 23). *FAOSTAT*. Retrieved from <http://faostat3.fao.org/home/E>

- Freudenberger, K. (2010). *Paradise Lost: Lessons from 25 years of USAID Environment Programs in Madagascar*. Washington, D.C.: USAID.
- GlobalMapper. (2016). Retrieved from Discover Life: [http://www.discoverlife.org/mp/20m?act=make\\_map](http://www.discoverlife.org/mp/20m?act=make_map)
- Greenpeace. (2008, June 21). *Gibson, Martin and Taylor Guitars visit Madagascar*. Retrieved from Greenpeace: [http://www.musicwood.org/news/GP\\_pr\\_June%2021\\_2008.html](http://www.musicwood.org/news/GP_pr_June%2021_2008.html)
- Griffiths, C. J., Hansen, D. M., Jones, C. G., Zuël, N., & Harris, S. (2011). Resurrecting extinct interactions with extant substitutes. *Current Biology*, 21, 762-765.
- Jenkins, A., Hewitt, J., Malessa, U., Bridgland, N., Hembery, R., & Hin Keong, C. (2012). *Precious Woods: Exploitation of the Finest Timber. Tackling the Trade in Illegal Precious Woods* (pp. 1-62). London, UK: Chatham House.
- Klitgaard, B. B., & Lavin, M. (2005). Tribe *Dalbergia*. In G. P. Lewis, B. D. Schrire, M. Lock, & B. Mackinder, *Legumes of the World* (pp. 307-335). Kew: Royal Botanic Gardens.
- Lancaster, C., & Espinoza, E. (2012). Analysis of select *Dalbergia* and trade timber using direct analysis in real time and time-of-flight mass spectrometry for CITES enforcement. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 26, 1147-1156.
- McClure, P. J., Chavarria, G. D., & Espinoza, E. (2015). Metabolic chemotypes of CITES protected *Dalbergia* timbers from Africa, Madagascar, and Asia. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 29, 783-788.
- News Ghana. (2016, April 2). *120 tons of rosewood seized in Mauritius repatriated to Madagascar*. Retrieved from <https://www.newsghana.com.gh/120-tons-of-rosewood-seized-in-mauritius-repatriated-to-madagascar/>
- Nogueron, R., Cheung, L., & Kaldjian, E. (2016, May 25). *Five technologies help thwart illegal logging by tracing wood's origin*. Retrieved from World Resources Institute: <http://www.wri.org/blog/2016/05/5-technologies-help-thwart-illegal-logging-tracing-woods-origin>
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R., & Anthony, S. (2009). *Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0*. Kenya: World Agroforestry Centre.
- Raik, D. (2007). Forest Management in Madagascar: an Overview. *Madagascar Conservation and Development*, 2, 5-10.
- Rajohnson, H., Gérard, J., & Ramanantoandro, T. (2013). *Résultats d'enquêtes sur les essences utilisées par les entreprises de transformations du bois d'Antananarivo*. Antananarivo: Université d'Antananarivo, ESSA-Forêts.
- Rakotovololonalimanana, H., Chaix, G., Brancheriau, L., Ramamonjisoa, L., Ramanantoandro, T., & Thévenon, M. F. (2015). A novel method to correct for wood MOE Ultrasonics and NIRS measurements on increment cores in *Liquidambar styraciflua* L. *Annals of Forest Science*, 72, 753-761.
- Ramanantoandro, T., Rakotovololonalimanana, H., Razafimahatratra, A. R., & Mevanarivo, Z. E. (2016). Application of NIRS in wood science in Madagascar. *Conference of the DP Forest and Biodiversity*.
- Ramanantoandro, T., Ramanakoto, M. F., Rajemison, A. H., & Eyma, F. (2013). Relationship between physical and aesthetic attributes of wood and visuo-tactile preference of malagasy consumers. *Annals of Forest Science*, 70, 649-658.
- Randriamalala, H., & Liu, Z. (2010). Rosewood of Madagascar: between Democracy and Conservation. *Madagascar Conservation and Development*, 5, 11-22.
- Rasolomampianina, R., Bailly, X., Fetiariison, R., Rabevohitra, R., Béna, G., Ramaroson, L., . . . Avarre, J.-C. (2005). Nitrogen-fixing nodules from rose wood legume trees (*Dalbergia* spp.) endemic to Madagascar host seven different genera belonging to  $\alpha$ - and  $\beta$ - Proteobacteria. *Molecular Ecology*, 14, 4135-4146.

## Évaluation scientifique du bois précieux de Madagascar par le WRI-BM

- Ravaomanalina, H., Crivellaro, A., & Schweingruber, F. H. (In press). Stem anatomy of *Dalbergia* and *Diospyros* from Madagascar with special focus on Wood Identification.
- Reuters. (2014, May 28). *Kenya seizes Hong Kong-bound rosewood from Madagascar's threatened forests*. Retrieved from <http://af.reuters.com/article/madagascarNews/idAFL6N0OE1Q720140528>
- Sandak, A., Sandak, J., & Negri, M. (2011). Relationship between near-infrared (NIR) spectra and the geographical provenance of timber. *Wood Science Technology*, 45, 35-48.
- Schatz, G. E., & Lowry II, P. P. (2016). *The genus Diospyros in Madagascar: a Preliminary Checklist for CITES parties*. Retrieved from Tropicos: <http://www.tropicos.org/docs/MadCat/Diospyros%20checklist%2028.03.2016.pdf>.
- Shah, A., Rahim, S., Bhatti, K. H., Khan, A., Din, N., Imran, M., . . . Iqbal, J. (2015). Ethnobotanical study and conservation status of trees in the district Sargodha, Punjab, Pakistan. *PHYTON*, 84, 34-44.
- The Madagascar Catalogue. (2016). *The genus Diospyros*. Retrieved from Tropicos: <http://www.tropicos.org/Name/40031908?projectid=17>
- The World Bank. (2007). *Project Performance Assessment Report, Madagascar: Environment II*. Washington, D.C.: The World Bank.
- Treanor, N. B. (2015). *China's Hongmu Consumption Boom: Analysis of the Chinese Rosewood Trade and Links to Illegal Activity in Tropical Forested Countries*. Washington D.C.: Forest Trends.
- United Nations Office of Drugs and Crime. (2016). *World Wildlife Crime Report: Trafficking in Protected Species*. New York: United Nations.
- United Nations Office on Drugs and Crime. (2013). *Transnational Organized Crime in East Asia and the Pacific: a Threat Assessment*. New York: United Nations.
- Vences, M., Wollenberg, K., Vieites, D., & Lees, D. (2009). Madagascar as a model region of species diversification. *Trends in Ecology and Evolution*, 24, 456-465.
- Viguier, R. (1951). Leguminosae madagascarienses novae (suite 2). *Notul. Syst. (Paris)*, 14, 168-187.
- Wallnöfer, B. (2001). The biology and systematics of Ebenaceae: a review. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien. Serie B für Botanik und Zoologie*, 485-512.
- Wildlife Conservation Society. (2015, May 29). Retrieved from Wildlife Conservation Society: <http://newsroom.wcs.org/News-Releases/articleType/ArticleView/articleId/6770/Government-of-Madagascar-Inaugurates-Makira-Natural-Park.aspx>
- Beech, E., Shaw, K., Rivers, M., & Schatz, G. E. (2016). *Global Survey of Ex situ Ebony Collections*. Richmond, UK: BGCI.
- Bosser, J., & Rabevohitra, R. (2002). Tribe Dalbergieae. In D. Du Puy, *The Leguminosae of Madagascar* (pp. 321-361). Kew: Royal Botanic Gardens.
- Braga, J. W., Pastore, T. C., Coradin, V. T., Camargos, J. A., & da Silva, A. R. (2011). The use of near infrared spectroscopy to identify solid wood specimens of *Swietenia macrophylla* (CITES Appendix II). *IAWA*, 32, 285-296.
- Caramel, L. (2015, February 16). *China's rosewood craving cuts deep into Madagascar rainforests*. Retrieved from The Guardian: <http://www.theguardian.com/environment/2015/feb/16/rosewood-madagascar-china-illegal-rainforest>
- Chin, N. (2016, February 20). *Company MD charged with illegally importing endangered rosewood*. Retrieved from Channel News Asia: <http://www.channelnewsasia.com/news/singapore/company-md-charged-with/2532162.html>

- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. (2011, September 29). *CITES extends trade controls to 111 precious hardwood species from Madagascar and Panama*. Retrieved from CITES: [https://cites.org/eng/news/pr/2011/20110928\\_timber\\_appendixIII.php](https://cites.org/eng/news/pr/2011/20110928_timber_appendixIII.php)
- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. (2013a). *Consideration of Proposals for Amendment of Appendices I and II*. Retrieved from CITES: <https://www.cites.org/eng/cop/10/prop/E-CoP10-P-63.pdf>
- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. (2013b). *Action plan for Diospyros spp. and Dalbergia spp.* Retrieved from CITES: <https://www.cites.org/eng/dec/valid16/Annex3.php>
- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. (2014). Interpretation and implementation of the Convention Species trade and conservation Malagasy ebonies (*Diospyros* spp.) and Malagasy rosewoods (*Dalbergia* spp.). *Standing Committee 65 Document 48.2, Action Plan of Madagascar*. Geneva, Switzerland: CITES.
- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. (2014). *Plants Committee 21 Document 18.3.2*. Veracrus: CITES.
- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. (2016). Interpretation and implementation of the Convention Species trade and conservation Ebonies (*Diospyros* spp.) and rosewoods (*Dalbergia* spp.) from Madagascar. *Standing Committee Document 46.2: Report of Madagascar*. Geneva, Switzerland: CITES.
- Dormontt, E. E., Boner, M., Braun, B., Breulmann, G., Degen, B., Espinoza, E., . . . Lowe, A. J. (2015). Forensic timber identification: It's time to integrate disciplines to combat illegal logging. *Biological Conservation*, 191, 790-798.
- Duery, S., & Vlosky, R. P. (2006). *An Overview of World Tropical Hardwood Resources, Forest Products Trade and Environmental Issues*. Baton Rouge, Louisiana: Louisiana Forest Products Development Center.
- Espinoza, E. O., Wiemann, M. C., Barajas-Morales, J., Chavarria, G. D., & McClure, P. J. (2015). Forensic analysis of CITES-protected *Dalbergia* timber from the Americas. *IAWA Journal*, 36, 311-325.
- FAO. (2016, May 23). *FAOSTAT*. Retrieved from <http://faostat3.fao.org/home/E>
- Freudenberger, K. (2010). *Paradise Lost: Lessons from 25 years of USAID Environment Programs in Madagascar*. Washington, D.C.: USAID.
- GlobalMapper. (2016). Retrieved from Discover Life: [http://www.discoverlife.org/mp/20m?act=make\\_map](http://www.discoverlife.org/mp/20m?act=make_map)
- Greenpeace. (2008, June 21). *Gibson, Martin and Taylor Guitars visit Madagascar*. Retrieved from Greenpeace: [http://www.musicwood.org/news/GP\\_pr\\_June%2021\\_2008.html](http://www.musicwood.org/news/GP_pr_June%2021_2008.html)
- Griffiths, C. J., Hansen, D. M., Jones, C. G., Zuël, N., & Harris, S. (2011). Resurrecting extinct interactions with extant substitutes. *Current Biology*, 21, 762-765.
- Jenkins, A., Hewitt, J., Malessa, U., Bridgland, N., Hembery, R., & Hin Keong, C. (2012). Precious Woods: Exploitation of the Finest Timber. *Tackling the Trade in Illegal Precious Woods* (pp. 1-62). London, UK: Chatham House.
- Klitgaard, B. B., & Lavin, M. (2005). Tribe *Dalbergiae*. In G. P. Lewis, B. D. Schrire, M. Lock, & B. Mackinder, *Legumes of the World* (pp. 307-335). Kew: Royal Botanic Gardens.
- Lancaster, C., & Espinoza, E. (2012). Analysis of select *Dalbergia* and trade timber using direct analysis in real time and time-of-flight mass spectrometry for CITES enforcement. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 26, 1147-1156.



## Évaluation scientifique du bois précieux de Madagascar par le WRI-BM

- McClure, P. J., Chavarria, G. D., & Espinoza, E. (2015). Metabolic chemotypes of CITES protected *Dalbergia* timbers from Africa, Madagascar, and Asia. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 29, 783-788.
- News Ghana. (2016, April 2). *120 tons of rosewood seized in Mauritius repatriated to Madagascar*. Retrieved from <https://www.newsghana.com.gh/120-tons-of-rosewood-seized-in-mauritius-repatriated-to-madagascar/>
- Nogueron, R., Cheung, L., & Kaldjian, E. (2016, May 25). *Five technologies help thwart illegal logging by tracing wood's origin*. Retrieved from World Resources Institute: <http://www.wri.org/blog/2016/05/5-technologies-help-thwart-illegal-logging-tracing-woods-origin>
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R., & Anthony, S. (2009). *Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0*. Kenya: World Agroforestry Centre.
- Raik, D. (2007). Forest Management in Madagascar: an Overview. *Madagascar Conservation and Development*, 2, 5-10.
- Rajohnson, H., Gérard, J., & Ramanantoandro, T. (2013). *Résultats d'enquêtes sur les essences utilisées par les entreprises de transformations du bois d'Antananarivo*. Antananarivo: Université d'Antananarivo, ESSA-Forêts.
- Rakotovololonalimanana, H., Chaix, G., Brancheriau, L., Ramamonjisoa, L., Ramanantoandro, T., & Thévenon, M. F. (2015). A novel method to correct for wood MOE Ultrasonics and NIRS measurements on increment cores in *Liquidambar styraciflua* L. *Annals of Forest Science*, 72, 753-761.
- Ramanantoandro, T., Rakotovololonalimanana, H., Razafimahatratra, A. R., & Mevanarivo, Z. E. (2016). Application of NIRS in wood science in Madagascar. *Conference of the DP Forest and Biodiversity*.
- Ramanantoandro, T., Ramanakoto, M. F., Rajemison, A. H., & Eyma, F. (2013). Relationship between physical and aesthetic attributes of wood and visuo-tactile preference of malagasy consumers. *Annals of Forest Science*, 70, 649-658.
- Randriamalala, H., & Liu, Z. (2010). Rosewood of Madagascar: between Democracy and Conservation. *Madagascar Conservation and Development*, 5, 11-22.
- Rasolomampianina, R., Bailly, X., Fetiariison, R., Rabevohitra, R., Béna, G., Ramaroson, L., . . . Avarre, J.-C. (2005). Nitrogen-fixing nodules from rose wood legume trees (*Dalbergia* spp.) endemic to Madagascar host seven different genera belonging to  $\alpha$ - and  $\beta$ - Proteobacteria. *Molecular Ecology*, 14, 4135-4146.
- Ravaomanalina, H., Crivellaro, A., & Schweingruber, F. H. (In press). Stem anatomy of *Dalbergia* and *Diospyros* from Madagascar with special focus on Wood Identification.
- Reuters. (2014, May 28). *Kenya seizes Hong Kong-bound rosewood from Madagascar's threatened forests*. Retrieved from <http://af.reuters.com/article/madagascarNews/idAFL6N0OE1Q720140528>
- Sandak, A., Sandak, J., & Negri, M. (2011). Relationship between near-infrared (NIR) spectra and the geographical provenance of timber. *Wood Science Technology*, 45, 35-48.
- Schatz, G. E., & Lowry II, P. P. (2016). *The genus Diospyros in Madagascar: a Preliminary Checklist for CITES parties*. Retrieved from Tropicos: <http://www.tropicos.org/docs/MadCat/Diospyros%20checklist%2028.03.2016.pdf>.
- Shah, A., Rahim, S., Bhatti, K. H., Khan, A., Din, N., Imran, M., . . . Iqbal, J. (2015). Ethnobotanical study and conservation status of trees in the district Sargodha, Punjab, Pakistan. *PHYTON*, 84, 34-44.
- Taxonomy, International Association for Plant. (2012). *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Melbourne Code)*. Melbourne: Koeltz Scientific Books.
- The Madagascar Catalogue. (2016). *The genus Diospyros*. Retrieved from Tropicos: <http://www.tropicos.org/Name/40031908?projectid=17>

- The World Bank. (2007). *Project Performance Assessment Report, Madagascar: Environment II*. Washington, D.C.: The World Bank.
- Treanor, N. B. (2015). *China's Hongmu Consumption Boom: Analysis of the Chinese Rosewood Trade and Links to Illegal Activity in Tropical Forested Countries*. Washington D.C.: Forest Trends.
- United Nations Office of Drugs and Crime. (2016). *World Wildlife Crime Report: Trafficking in Protected Species*. New York: United Nations.
- United Nations Office on Drugs and Crime. (2013). *Transnational Organized Crime in East Asia and the Pacific: a Threat Assessment*. New York: United Nations.
- Vences, M., Wollenberg, K., Vieites, D., & Lees, D. (2009). Madagascar as a model region of species diversification. *Trends in Ecology and Evolution*, 24, 456-465.
- Viguier, R. (1951). Leguminosae madagascarienses novae (suite 2). *Notul. Syst. (Paris)*, 14, 168-187.
- Wallnöfer, B. (2001). The biology and systematics of Ebenaceae: a review. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien. Serie B für Botanik und Zoologie*, 485-512.
- Wildlife Conservation Society. (2015, May 29). Retrieved from Wildlife Conservation Society: <http://newsroom.wcs.org/News-Releases/articleType/ArticleView/articleId/6770/Government-of-Madagascar-Inaugurates-Makira-Natural-Park.aspx>
- Zhang, F. D., Wu, C. H., Li, M. Y., Chen, X. D., Zhou, Q., & Huang, A. M. (2016). Identification of *Dalbergia cochinchinensis* (CITES Appendix II) from other three *Dalbergia* species using FT-IR and 2D correlation IR spectroscopy. *Wood Science Technology*. doi:10.1007/s00226-016-0815-3

# **7. ANNEXE 1 : Espèces de *Diospyros* de Madagascar actuellement reconnues (décrites et non-décrites) par classe de DHP (et classe de hauteur pour les espèces sans données sur le DHP)**

| Espèce                                                  | Décrite | Diamètre (cm) |      | Hauteur (m) |      | Collection de spécimen témoin |
|---------------------------------------------------------|---------|---------------|------|-------------|------|-------------------------------|
|                                                         |         | min           | max  | min         | max  |                               |
| Espèces dont les données sur les DHP sont disponibles   |         |               |      |             |      |                               |
| DHP maximal ≥40 cm -- 18 espèces (9 non-décrites)       |         |               |      |             |      |                               |
| Diospyros bemarivensis H. Perrier                       | ✓       |               | 60,0 |             | 13,0 | SF 19797                      |
| Diospyros sakalavarum H. Perrier                        | ✓       |               | 60,0 |             | 15,0 | SF19356                       |
| Diospyros toxicaria Hiern                               | ✓       |               | 60,0 |             | 20,0 | SF 18323                      |
| Diospyros Mucronata sp. 6                               |         |               | 60,0 |             | 14,0 | Randriamampionona 234         |
| Diospyros sp. 4 Maba aff. toxicaria                     |         |               | 60,0 |             | 20,0 | SF 18323                      |
| Diospyros tropophylla (H. Perrier) G.E. Schatz & Lowry  | ✓       |               | 50,0 |             | 15,0 | SF 14130                      |
| Diospyros haplostylis Boivin ex Hiern                   | ✓       |               | 45,0 |             | 30,0 | Rakotovao 2635                |
| Diospyros aculeata H. Perrier                           | ✓       | 30,0          | 40,0 | 8,0         | 10,0 | SF 20738                      |
| Diospyros cupulifera H. Perrier                         | ✓       | 30,0          | 40,0 | 6,0         | 7,0  | SF 22434                      |
| Diospyros fuscovelutina Baker                           | ✓       |               | 40,0 |             | 12,0 | Rakotondrajaona 161           |
| Diospyros sclerophylla H. Perrier                       | ✓       |               | 40,0 |             | 7,0  | SF 16168                      |
| Diospyros amborelloides ined.                           | ✓       |               | 40,0 |             | 18,0 | SF 21889                      |
| Diospyros antakaranae ined.                             |         |               | 40,0 |             |      | SF 5795                       |
| Diospyros taikintana ined.                              |         |               | 40,0 |             | 18,0 | Humbert 24919                 |
| Diospyros antongilensis ined.                           |         |               | 40,0 |             | 10,0 | SF 17883                      |
| Diospyros Platyclayx sp. 8                              |         |               | 40,0 | 8,0         | 10,0 | SF 27296                      |
| Diospyros sp. 5 Inflorescence femelle ramifiée          |         |               | 40,0 |             | 16,0 | SF 19186                      |
| Diospyros brevipedicellata ined.                        |         |               | 40,0 | 5,0         | 24,0 |                               |
| DHP maximal = 30-39,9 cm -- 20 espèces (8 non-décrites) |         |               |      |             |      |                               |
| Diospyros occlusa H. Perrier                            | ✓       |               | 35,0 |             | 23,0 | Ravelonarivo 3486             |
| Diospyros Maba sp. 5                                    |         |               | 35,0 |             | 15,0 | Birkinshaw 1017               |
| Diospyros calophylla Hiern                              | ✓       |               | 32,0 |             | 25,0 | Bernard 1658                  |
| Diospyros maculata ined.                                |         |               | 31,5 |             |      | Vasey 284                     |
| Diospyros bernieriana (Baill.) H. Perrier               | ✓       |               | 30,0 | 5,0         | 6,0  | SF 24537                      |
| Diospyros bezofensis H. Perrier                         | ✓       |               | 30,0 |             | 17,0 | Gautier 3234                  |
| Diospyros ebenifera (H. Perrier) G.E. Schatz & Lowry    | ✓       | 25,0          | 30,0 |             | 7,0  | Decary 5239                   |
| Diospyros ferrea (Willd.) Bakh.                         | ✓       |               | 30,0 |             | 5,0  | SF 19681                      |
| Diospyros humbertiana H. Perrier                        | ✓       |               | 30,0 | 8,0         | 10,0 | SF 20742                      |
| Diospyros lanceolata Poir.                              | ✓       |               | 30,0 |             | 7,0  | Ramison 133                   |
| Diospyros manampetsae H. Perrier                        | ✓       |               | 30,0 | 8,0         | 10,0 | SF 20741                      |
| Diospyros platycalyx Hiern                              | ✓       | 25,0          | 30,0 | 8,0         | 10,0 | SF 6879                       |

Évaluation scientifique du bois précieux de Madagascar par le WRI-BM

|                                                       |   |      |          |             |
|-------------------------------------------------------|---|------|----------|-------------|
| <i>Diospyros vescoi</i> Hiern                         | ✓ | 30,0 |          | SF 23282    |
| <i>Diospyros ramisonii</i> (sp. 6<br>Subsessilifolia) |   | 30,0 | 12,0     | Ramison 94  |
| <i>Diospyros Mucronata</i> sp. 3                      |   | 30,0 | 15,0     | SF 18318    |
| <i>Diospyros</i> sp. 34 (decaryana)                   |   | 30,0 | 20,0     | SF 770      |
| <i>Diospyros Bernieriana</i> sp. 12                   |   | 30,0 | 8,0 10,0 | SF 23322    |
| <i>Diospyros</i> sp. 6                                |   | 30,0 | 6,0      | SF 25-R-303 |
| <i>Diospyros gracilipes</i> Hiern                     | ✓ | 30,0 | 2,0 12,0 |             |
| <i>Diospyros lewisiae</i> ined.                       |   | 30,0 | 4,0 20,0 |             |

**DHP maximal = 20-29,9 cm -- 27 espèces (15 non-décrites)**

|                                                               |   |      |     |      |                       |
|---------------------------------------------------------------|---|------|-----|------|-----------------------|
| <i>Diospyros squamosa</i> Bojer ex A. DC.                     | ✓ | 29,0 |     | 25,0 | Bernard 1667          |
| <i>Diospyros labatiana</i> ined.                              |   | 28,0 | 2,0 | 16,0 |                       |
| <i>Diospyros parifolia</i> H. Perrier                         | ✓ | 25,0 |     | 16,0 | Rakotonandrasana 924  |
| <i>Diospyros perrieri</i> Jum.                                | ✓ | 25,0 |     | 8,0  | SF 12735              |
| <i>Diospyros urschii</i> H. Perrier                           | ✓ | 25,0 |     | 18,0 | Rakotonandrasana 903  |
| <i>Diospyros</i> sp. 28                                       |   | 25,0 |     | 20,0 | SF 988                |
| <i>Diospyros Maba</i> sp. 1                                   |   | 25,0 |     | 20,0 | Schatz 2617           |
| <i>Diospyros chitonophora</i> ined.                           |   | 25,0 |     | 12,0 | Randrianaivo 1350     |
| <i>Diospyros subenervis</i> (H. Perrier) G.E. Schatz          | ✓ | 25,0 | 1,5 | 10,0 |                       |
| <i>Diospyros velutipes</i> (H. Perrier) G.E. Schatz & Lowry   | ✓ | 25,0 | 3,0 | 13,0 |                       |
| <i>Diospyros dolichopoda</i> ined.                            |   | 25,0 | 3,0 | 15,0 |                       |
| <i>Diospyros mapingo</i> H. Perrier                           | ✓ | 24,0 |     | 25,0 | Ratovoson 364         |
| <i>Diospyros analamerensis</i> H. Perrier                     | ✓ | 22,0 |     | 8,0  | Ranirison 1150        |
| <i>Diospyros Subsessilifolia</i> sp. 3                        |   | 20,2 |     | 8,0  | Malcomber 2068        |
| <i>Diospyros clusiifolia</i> (Hiern) G.E. Schatz & Lowry      | ✓ | 20,0 |     | 18,0 | Lehavana 174          |
| <i>Diospyros masoalensis</i> H. Perrier                       | ✓ | 20,0 |     | 14,0 | Antilahimena 2649     |
| <i>Diospyros myriophylla</i> (H. Perrier) G.E. Schatz & Lowry | ✓ | 20,0 |     | 8,0  | Guatier 5033          |
| <i>Diospyros quadrangularis</i> ined.                         |   | 20,0 |     | 10,0 | Antilahimena 2876     |
| <i>Diospyros rubripetiolata</i> ined.                         |   | 20,0 |     | 18,0 | Antilahimena 1316     |
| <i>Diospyros andohahelensis</i> ined.                         |   | 20,0 |     | 6,0  | Randriamampionona 232 |
| <i>Diospyros mandenensis</i> (Maba sp. 12)                    |   | 20,0 |     | 5,0  | Ramison 217           |
| <i>Diospyros Mucronata</i> sp. 10                             |   | 20,0 |     | 10,0 | Rakotovao 3147        |
| <i>Diospyros Mucronata</i> sp. 11                             |   | 20,0 |     | 12,0 | Rakotoarivelo 152     |
| <i>Diospyros</i> sp. 29 aff. toxicaria                        |   | 20,0 |     | 12,0 | Rabenantoandro 833    |
| <i>Diospyros ankaranensis</i> ined.                           |   | 20,0 | 5,0 | 15,0 |                       |
| <i>Diospyros baroniana</i> H. Perrier                         | ✓ | 20,0 | 5,0 | 10,0 |                       |

Évaluation scientifique du bois précieux de Madagascar par le WRI-BM

|                                        |      |     |      |
|----------------------------------------|------|-----|------|
| <i>Diospyros microgracilipes</i> ined. | 20,0 | 5,0 | 10,0 |
|----------------------------------------|------|-----|------|

| <b>DHP maximal = 15-19,9 cm -- 13 espèces (5 non-décrites)</b> |   |           |      |      |                       |
|----------------------------------------------------------------|---|-----------|------|------|-----------------------|
| <i>Diospyros Mucronata</i> sp. 1                               |   | 18,5      |      | 11,0 | Randrianaivo 24       |
| <i>Diospyros mangabensis</i> Aug. DC.                          | ✓ | 18,0      |      | 16,0 | Bernard 1636          |
| <i>Diospyros mahaboensis</i> ined.                             |   | 18,0      | 4,0  | 10,0 |                       |
| <i>Diospyros</i> sp. 26                                        |   | 16,0      |      | 14,0 | Antilahimena 2547     |
| <i>Diospyros boinensis</i> (H. Perrier) G.E. Schatz & Lowry    | ✓ | 15,0      | 7,0  | 8,0  | SF 6782               |
| <i>Diospyros cinnamomoides</i> H. Perrier                      | ✓ | 15,0      |      | 4,0  | Amman 424             |
| <i>Diospyros lokohensis</i> (H. Perrier) G.E. Schatz & Lowry   | ✓ | 10,0 15,0 | 8,0  | 10,0 | SF 8863               |
| <i>Diospyros louvelii</i> H. Perrier                           | ✓ | 15,0      |      | 9,0  | Ranaivojaona 539      |
| <i>Diospyros myrtifolia</i> H. Perrier                         | ✓ | 15,0      |      | 6,0  | Randriamampionona 295 |
| <i>Diospyros pruinosa</i> Hiern                                | ✓ | 15,0      | 10,0 | 12,0 | Rabevohitra 4565      |
| <i>Diospyros subsessilifolia</i> H. Perrier                    | ✓ | 15,0      |      | 8,0  | Randriamampionona 396 |
| <i>Diospyros noyesii</i> ( <i>Diospyros</i> sp. 3)             |   | 15,0      |      | 7,0  | Noyes 1041            |
| <i>Diospyros</i> sp. 30 <i>Calophylla</i>                      |   | 15,0      | 8,0  | 10,0 | SF 8871               |

| <b>DHP maximal = 10-14,9 cm -- 18 espèces (11 non-décrites)</b> |   |      |     |      |                       |
|-----------------------------------------------------------------|---|------|-----|------|-----------------------|
| <i>Diospyros parvifolia</i> Hiern                               | ✓ | 14,0 |     | 10,0 | Antilahimena 2702     |
| <i>Diospyros Mucronata</i> sp. 5                                |   | 14,0 |     | 12,0 | S. Randrianasolo 356  |
| <i>Diospyros Sclerophylla</i> sp. 1                             |   | 14,0 |     | 15,0 | Andrianantoanina 1019 |
| <i>Diospyros birkinshawii</i> ined.                             |   | 14,0 | 2,0 | 15,0 |                       |
| <i>Diospyros olacinoides</i> (H. Perrier) G.E. Schatz & Lowry   | ✓ | 13,0 |     | 8,0  | Ramananjanahary 10    |
| <i>Diospyros boivinii</i> Hiern                                 | ✓ | 12,0 |     | 7,0  | Rakotovao 3701        |
| <i>Diospyros</i> sp. 24 <i>Pruinosa</i>                         |   | 12,0 |     | 8,0  | Rakotovao 2846        |
| <i>Diospyros anosivolensis</i> H. Perrier                       | ✓ | 12,0 | 4,0 | 7,0  |                       |
| <i>Diospyros randrianasoloi</i> ined.                           |   | 12,0 | 2,0 | 20,0 |                       |
| <i>Diospyros Maba</i> sp. 3                                     |   | 11,0 |     | 6,0  | Razafitsalama 1077    |
| <i>Diospyros perreticulata</i> H. Perrier                       | ✓ | 10,0 |     | 3,0  | Madiomanana 228       |
| <i>Diospyros pervillei</i> Hiern                                | ✓ | 10,0 |     | 12,0 | Tahinarivony 267      |
| <i>Diospyros sphaerosepala</i> Baker                            | ✓ | 10,0 |     | 6,0  | Antilahimanena 5489   |
| <i>Diospyros maxima</i> ined.                                   |   | 10,0 |     | 6,0  | Antilahimena 7607     |
| <i>Diospyros</i> sp. 16                                         |   | 10,0 |     | 6,0  | Ratovoson 808         |
| <i>Diospyros</i> sp. 21 "aff. <i>clusiifolia</i> "              |   | 10,0 |     | 8,0  | Razafitsalama 1069    |
| <i>Diospyros</i> sp. 32                                         |   | 10,0 |     | 6,0  | Antilahimena 2620     |
| <i>Diospyros Mucronata</i> sp. 4                                |   | 10,0 |     | 13,0 | Antilahimena 596      |

**DHP maximal < 10 cm -- 17 espèces (13 non-décrites)**

|                                                              |   |     |     |      |                      |
|--------------------------------------------------------------|---|-----|-----|------|----------------------|
| <i>Diospyros Sclerophylla</i> sp. 8                          |   | 9,0 |     | 10,0 | Birkinshaw 216       |
| <i>Diospyros randrianaivoi</i> ined.                         |   | 9,0 | 3,0 | 10,0 |                      |
| <i>Diospyros stenocarpa</i> (H. Perrier) G.E. Schatz & Lowry | ✓ | 8,5 |     |      | Vasey 48             |
| <i>Diospyros</i> sp. 17 "décaryoïdes"                        |   | 8,0 |     | 12,0 | Schatz 2546          |
| <i>Diospyros pseudovelutipes</i> ined.                       |   | 8,0 | 3,0 | 9,0  |                      |
| <i>Diospyros acutiflora</i> ined.                            |   | 7,0 |     | 7,0  | Razakamalala 62      |
| <i>Diospyros betamponensis</i> ined.                         |   | 7,0 |     | 8,0  | Bernard 2237         |
| <i>Diospyros callmanderi</i> ined.                           |   | 7,0 |     | 7,0  | Callmander 519       |
| <i>Diospyros platyclada</i> (sp. 9 Subsessilifolia)          |   | 7,0 |     | 8,0  | C. Rakotonirina 9    |
| <i>Diospyros ratovosonii</i> (Pruinosa sp. 1)                |   | 7,0 |     | 7,0  | Ratovoson 19         |
| <i>Diospyros perglauda</i> H. Perrier                        | ✓ | 6,0 |     | 5,0  | Leopold 151          |
| <i>Diospyros torquata</i> H. Perrier                         | ✓ | 6,0 |     | 3,0  | SF 16713             |
| <i>Diospyros ravelonarivoi</i> ined.                         |   | 6,0 |     | 5,0  | Ratovoson 653        |
| <i>Diospyros pervilleana</i> (Baill.) G.E. Schatz & Lowry    | ✓ | 5,0 |     | 4,0  | Raharimampionona 185 |
| <i>Diospyros Sclerophylla</i> sp. 2                          |   | 5,0 |     | 7,0  | Nussbaumer 1442      |
| <i>Diospyros capuronii</i> ined.                             |   | 5,0 | 6,0 | 15,0 |                      |
| <i>Diospyros malcomberi</i> ined.                            |   | 5,0 | 3,0 | 10,0 |                      |

**Espèces pour lesquelles il n'y a pas de données sur les DHP, organisées par hauteur maximale enregistrée**

**Hauteur maximale ≥ 20 m -- 5 espèces (4 non-décrites)**

|                                                       |   |      |      |                     |
|-------------------------------------------------------|---|------|------|---------------------|
| <i>Diospyros Sclerophylla</i> sp. 6                   |   |      | 30,0 | Rasoavimbahoaka 186 |
| <i>Diospyros meyersii</i> (Platycalyx sp. 3)          |   |      | 22,0 | Meyers 125          |
| <i>Diospyros decaryana</i> H. Perrier                 | ✓ | 15,0 | 20,0 | Randrianasolo 1373  |
| <i>Diospyros maxima</i> ined.                         |   |      | 20,0 | Schatz 2847         |
| <i>Diospyros Mucronata</i> sp. 9 (sp. 40)             |   |      | 20,0 | McPherson 14621     |
| <i>Diospyros</i> sp. 5 Inflorescence femelle ramifiée |   | 15,0 | 20,0 | SF 18266            |

**Hauteur maximale = 15-19,9 m -- 5 espèces (3 non-décrites)**

|                                     |  |      |                      |
|-------------------------------------|--|------|----------------------|
| <i>Diospyros</i> sp. 33 "schatzii"  |  | 18,0 | Schatz 3064          |
| <i>Diospyros Bernieriana</i> sp. 10 |  | 16,0 | Andrianantoanina 175 |

Évaluation scientifique du bois précieux de Madagascar par le WRI-BM

|                                                               |   |      |                      |
|---------------------------------------------------------------|---|------|----------------------|
| <i>Diospyros erinacea</i> (H. Perrier) G.E.<br>Schatz & Lowry | ✓ | 15,0 | Randriamampionona 40 |
| <i>Diospyros Bernieriana</i> sp. 9                            |   | 15,0 | SF 3075              |
| <i>Diospyros subtrinervis</i> H. Perrier                      | ✓ | 15,0 | Perrier 540          |

**Hauteur maximale = 10-14,9 m -- 15 espèces (9 non-décrites)**

|                                                        |   |      |      |                     |
|--------------------------------------------------------|---|------|------|---------------------|
| <i>Diospyros erythrosperma</i> H. Perrier              | ✓ | 10,0 | 12,0 | SF 22219            |
| <i>Diospyros sclerophylla</i> H. Perrier               | ✓ |      | 12,0 | Razakamalala 846    |
| <i>Diospyros tampinensis</i> H. Perrier                | ✓ | 10,0 | 12,0 | SF 18077            |
| <i>Diospyros Platycalyx</i> sp. 1                      |   |      | 12,0 | Malcaomber 1987     |
| <i>Diospyros Sclerophylla</i> sp. 7                    |   |      | 12,0 | Schatz 1810         |
| <i>Diospyros</i> sp. 40                                |   |      | 12,0 | Randriatafika 676   |
| <i>Diospyros latinervis</i> ined.                      |   | 3,0  | 12,0 |                     |
| <i>Diospyros hazomainty</i> H. Perrier                 | ✓ | 8,0  | 10,0 | Perrier 2106        |
| <i>Diospyros quercina</i> (Baill.) G.E. Schatz & Lowry | ✓ |      | 10,0 | Rakotoarivelo 81    |
| <i>Diospyros sphaerosepala</i> Baker                   | ✓ |      | 10,0 | Rakotomalaza 1178   |
| <i>Diospyros makayensis</i> (sp. 7<br>Subsessilifolia) |   |      | 10,0 | Razakamalala 5987   |
| <i>Diospyros tropophylloides</i> ined.                 |   |      | 10,0 | Randrianarivony 132 |
| <i>Diospyros</i> sp. 15                                |   | 8,0  | 10,0 | SF 20066            |
| <i>Diospyros</i> sp. 36 "sahafariensis"                |   | 6,0  | 10,0 | SF 24515            |
| <i>Diospyros zombitsiensis</i> (Bernieriana<br>sp. 11) |   | 8,0  | 10,0 | SF 11918            |

**Hauteur maximale < 10 m -- 27 espèces (7 non-décrites)**

|                                                           |   |     |     |                   |
|-----------------------------------------------------------|---|-----|-----|-------------------|
| <i>Diospyros coursiana</i> H. Perrier                     | ✓ |     | 8,0 | Cours 765         |
| <i>Diospyros implexicalyx</i> H. Perrier                  | ✓ | 7,0 | 8,0 | SF 22197          |
| <i>Diospyros obducta</i> (H. Perrier) G.E. Schatz & Lowry | ✓ |     | 8,0 | Andrianjafy 834   |
| <i>Diospyros subfalciformis</i> H. Perrier                | ✓ | 7,0 | 8,0 | SF 24213          |
| <i>Diospyros</i> sp. 32                                   |   |     | 8,0 | McPherson 14729   |
| <i>Diospyros leucocalyx</i> Hiern                         | ✓ | 2,5 | 8,0 |                   |
| <i>Diospyros madecassa</i> H. Perrier                     | ✓ | 6,0 | 7,0 | Rakotomalaza 782  |
| <i>Diospyros danguyana</i> H. Perrier                     | ✓ | 5,0 | 6,0 | SF 27966          |
| <i>Diospyros geayana</i> (H. Perrier) G.E. Schatz & Lowry | ✓ |     | 6,0 | Rabarimanrivo 61  |
| <i>Diospyros microrhombus</i> Hiern                       | ✓ |     | 6,0 | Razakamalala 2579 |

Évaluation scientifique du bois précieux de Madagascar par le WRI-BM

|                                                                |   |     |     |                     |
|----------------------------------------------------------------|---|-----|-----|---------------------|
| <i>Diospyros darainensis</i> (sp. 2<br>Subsessilifolia)        |   | 5,0 | 6,0 | Callmander 220      |
| <i>Diospyros</i> sp. 23 en face lvs.<br>Ranomafana             |   | 5,0 | 6,0 | SF 23908            |
| <i>Diospyros filipes</i> H. Perrier                            | ✓ |     | 5,0 | Randriatafika 796   |
| <i>Diospyros laevis</i> Bojer ex A. DC.                        | ✓ |     | 5,0 | Lehavana 364        |
| <i>Diospyros mangorensis</i> H. Perrier                        | ✓ | 3,0 | 5,0 | Perrier 2042        |
| <i>Diospyros subacuta</i> Hiern                                | ✓ |     | 5,0 | Evrard 11259        |
| <i>Diospyros tetraceros</i> H. Perrier                         | ✓ | 4,0 | 5,0 | Perrier 1160        |
| <i>Diospyros beverleae</i> ined.                               |   |     | 5,0 | Lewis 831           |
| <i>Diospyros pseudolanceolata</i> ined.                        |   |     | 5,0 | N. Rakotonirina 423 |
| <i>Diospyros anjanaharibensis</i> ined.                        |   |     | 4,5 | Ravelonarivo 427    |
| <i>Diospyros dicorphyoides</i> H. Perrier                      | ✓ | 3,0 | 4,0 | Perrier 17013       |
| <i>Diospyros mcphersonii</i> G.E. Schatz &<br>Lowry            | ✓ | 3,0 | 4,0 | Perrier 8762        |
| <i>Diospyros thouarsii</i> Hiern                               | ✓ | 3,0 | 4,0 | Bosser 16987        |
| <i>Diospyros patricei</i> ined.                                |   |     | 4,0 | Antilahimena 1696   |
| <i>Diospyros meeusiana</i> (H. Perrier) G.E.<br>Schatz & Lowry | ✓ |     | 3,0 | Prance 30778        |
| <i>Diospyros enervis</i> (H. Perrier) G.E.<br>Schatz & Lowry   | ✓ | 1,0 | 2,0 | Perrier 3010        |
| <i>Diospyros nidiformis</i> G.E. Schatz &<br>Lowry             | ✓ |     | 2,0 | SF 422              |



## 8. ANNEXE 2 : Récapitulatif du protocole d'échantillonnage standardisé nouvellement élaboré en vue d'établir un ensemble de données de référence sur les *Dalbergia* et *Diospyros* de Madagascar

Le principal objectif de ce protocole complet standardisé élaboré par ETH Zurich, MBG et l'Université d'Antananarivo est de fournir une série d'échantillons de référence des espèces de *Dalbergia* et *Diospyros* identifiées par des personnalités faisant autorité dans le domaine et qui pourra être utilisée par un programme coordonné ayant pour objectif d'élaborer une série d'outils d'identification fiable en utilisant le matériau recueilli le long de la chaîne de valeur, allant des arbres sur pied jusqu'aux grumes et aux produits finis. Les travaux effectués sur le terrain dans l'ensemble du pays permettront de recueillir un ou plusieurs échantillons de tous les membres de *Dalbergia* et/ou *Diospyros*. Chaque échantillon, prélevé d'un arbre unique géoréférencé marqué d'une étiquette numérotée, est accompagné d'un jeu de photos, et inclut un spécimen témoin d'herbier pour l'identification, de feuilles pour l'analyse morphométrique, de feuilles desséchées au gel de silice et de duramen pour l'analyse moléculaire, d'échantillons de bois pour l'analyse anatomique et de duramen pour la spectrométrie de masse et l'analyse chimique. Les observations et les données de terrain sont également collectées.

### A) Échantillons à collecter par unité

#### a. Spécimens témoins d'herbier

Pour favoriser au mieux une identification exacte, un jeu de spécimens témoins d'herbier est collecté si l'arbre est fécond (c'est-à-dire qu'il a des fruits et/ou des fleurs). Si plusieurs unités sont disponibles sur le site, au moins six seront échantillonnées.

#### b. Échantillons de tissus

Un jeu complet d'échantillons (Tableau 7.1) est constitué pour chaque unité en vue de constituer le spécimen témoin qui sera nommé en utilisant le numéro unique de collecte.

Tableau 7.1

| Type de tissu         | Analyse                                  | Méthode de dessiccation                     |
|-----------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Feuilles entières     | Analyse morphométrique                   | Placé sous presse et conservé dans l'alcool |
| Tissu de feuille      | Analyse moléculaire                      | Gel de silice                               |
| Bois (écorce, aubier) | Anatomie du bois                         | Alcool                                      |
| Duramen               | Spectrométrie de masse, analyse chimique | Dessiccation à l'air ou au gel de silice    |
| Duramen               | Analyse moléculaire                      | Gel de silice                               |

#### c. Échantillons de sol

Un échantillon de sol (environ 50 ml) est également recueilli à chaque site pour analyse afin d'évaluer si la distribution des espèces est corrélée au type de sol.

### B) Informations collectées pour chaque échantillon

Pour chaque arbre à partir duquel un jeu d'échantillons est prélevé, les informations suivantes sont enregistrées :

## Évaluation scientifique du bois précieux de Madagascar par le WRI-BM

- Informations générales : noms de tous les collecteurs, date et heure de collecte, nom et brève description de l'endroit
- Endroit : description de l'habitat, coordonnées GPS, altitude, type de végétation, bioclimat
- Spécimens témoins d'herbier et échantillons : un numéro unique de collecte, le nom scientifique si connu, le nom vernaculaire local, DHP, hauteur, nombre de folioles par feuille (pour *Dalbergia*), quels échantillons ont été recueillis, combien de photos ont été prises
- Photos : à prendre à l'endroit de l'échantillonnage, l'arbre entier, le tronc marqué, l'écorce, les fleurs et/ou les fruits (objectif macro), spécimens témoins d'herbier, échantillons de feuilles et de bois
- Utilisations : utilisations locales de l'espèce (bois de construction, plante médicinale, plante ornementale, etc.)

### **C) Suivi/visite à nouveau**

Dans de nombreux cas, les sites seront à nouveau visités afin de : 1) collecter le matériau de reproduction (fleurs et/ou fruits) quand la collecte initiale a été réalisée sur un arbre stérile ; et 2) faire le suivi de l'état de l'arbre et du site où il se trouve. Chaque arbre peut être facilement localisé à nouveau à l'aide des étiquettes placées sur le tronc lors de la collecte initiale.

### **9. ANNEXE 3 : Liste des études et/ou projets récemment financés sur *Dalbergia* ou *Diospyros***

#### Etudes de l'état et de la distribution de la population :

- L'Organisation Internationale pour les Bois Tropicaux (OIBT) a financé l'Université d'Antananarivo à hauteur de 70 000 USD pour la réalisation d'une étude d'évaluation du stock actuel d'arbres sur pied des espèces de *Dalbergia* dans les aires protégées et les zones de production. Ils ont essayé d'utiliser des images satellite (imagerie LandSat) pour évaluer le stock actuel d'arbres de bois de rose sur pied et ont effectué une vérification des espèces sur le terrain en visitant les populations pendant leur floraison/fructification. L'étude n'a utilisé que 40 000 USD étant donné que les problèmes de sécurité ont empêché les études de vérification sur le terrain.
- Un projet financé par WWF avait pour objet d'évaluer la santé/l'état d'utilisation de 15 espèces de *Dalbergia* en 2010 dans trois zones d'étude, incluant la Montagne des Français et le corridor nord-est.
  - En 2013, MBG a réalisé une autre étude dans une zone particulière (peut-être la zone sud-est ?)
  - Uni et MBG feront un inventaire à un endroit spécifique
  - SE financé par ETC et Martin ; NW financé par GIZ (endroit identifié, pas encore étudié)
- Projet CITES-ITTO (200 000 USD sur un an) pour examiner l'état de la population et la distribution en appui au développement des outils de barcoding de l'ADN
- Le Comité exécutif pour le bois de rose (Primature) fait l'inventaire de stock incluant 4 000 USD provenant de la Banque mondiale
- Subvention de la Fondation Franklina à Missouri Botanical Garden pour une évaluation mondiale de l'ébène, incluant les évaluations de conservation de quelques espèces de *Diospyros* à Madagascar : 375 000 USD
- Subvention de Darwin Initiative à Madagascar Fauna and Flora Group (incluant Missouri Botanical Garden) pour mener un inventaire botanique autour de la réserve de Betampona et pour lancer la culture ex situ des espèces menacées d'extinction (y compris les espèces de *Dalbergia* et de *Diospyros*): 235 894 GBP

# **10. ANNEXE 4 : Liste des équipements dont le laboratoire du bois d'ESSA Forêts a besoin pour terminer l'outil portatif de SPIR**

De Tahiana Ramananantoandro – mai 2016

A court terme

| <b>Equipement</b>                      | <b>Nom du fabricant</b> | <b>Prix (USD)</b> |
|----------------------------------------|-------------------------|-------------------|
| Ordinateur                             | -                       | 900               |
| Spectrocolorimètre                     | Colorimètre Lovibond    | 16 000            |
| Spectromètre FT-IR                     | Bruker                  | 22 000            |
| Accessoires NIR pour liquide et poudre | VIAVI                   | 800               |

A moyen terme

| <b>Equipement</b>                           | <b>Nom du fabricant</b> | <b>Prix (EUR)</b> |
|---------------------------------------------|-------------------------|-------------------|
| Balance de précision (0,001 gm)             | Ohaus                   | 1 000             |
| Refroidisseur Mini-compresseur frigorifique | Hubert                  | 3 000             |
| Broyeur RETSCH SM 100                       | Retsch                  | 8 000             |
| Broyeur RETSCH ZM 200                       | Retsch                  | 8 000             |
| Autoclave                                   | HMC                     | 8 000             |
| Pompe à vide                                | KNF                     | 2 500             |
| Plaque chauffante                           | Stuart                  | 900               |
| Four à moufle                               | Carbolite               | 2 500             |
| Spectroscopie proche infrarouge             | Bruker                  | 80 000            |
| Spectromètre à UV                           | Perkin Elmer            | 27 000            |
| Hotte de laboratoire                        | Erlab                   | 4 000             |
| Frigidaire                                  | -                       | 600               |
| Equipement de chimie                        | -                       | 5 000             |

Évaluation scientifique du bois précieux de Madagascar par le WRI-BM

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Extincteur | - | 60 |
|------------|---|----|

## 11. ANNEXE 5: Liste des équipements requis pour laboratoire de biologie et d'écologie végétale (DBEV)

Par Harisoa Ravaomanalina - Mai 2016

### A court terme

| Équipement                      | Nom du producteur                  | Prix (USD) |
|---------------------------------|------------------------------------|------------|
| 02 ordinateurs                  | Magasin CONCEPT Madagascar         | 900        |
| 01 distillateur                 | Maexi Madagascar                   | 1 700      |
| 05 microscopes d'étudiant       | VWR                                | 3 000      |
| 01 Owen 150 °                   | Madagascar internationale médicale | 3 000      |
| 01 balance de précision (0,01g) | VWR                                | 1000       |
|                                 |                                    |            |
| 01 laboratoire microtome        | WSL Suisse                         | 6 500      |
| 01 GSL microtome                | WSL Suisse                         | 3 000      |
| 02 onduleurs                    | Magasin CONCEPT Madagascar         | 200        |
| 02 microscopes micrométriques   | -                                  | -          |
| 01 analyse Microsoft            | -                                  | 1 200      |

### A moyen terme

| Équipement               | Nom du producteur | Prix (EUR) |
|--------------------------|-------------------|------------|
| Machine-outils           | Delta Madagascar  | 2 700      |
| 01 laboratoire microtome | WSL Suisse        | 6 500      |
| 01 GSL microtome         | WSL Suisse        | 3 000      |
| Equipement de chimie     | VWR               | 8 000      |
| Produits chimiques       | VWR, Fisher       | 8 000      |