



Atelier

« L'eucalyptus une essence majeure pour le reboisement à Madagascar »

Lieu :
Université d'Antananarivo, Madagascar

Date :
18 – 19 juin 2013

A Madagascar, les eucalyptus sont utilisés en plantations villageoises autour des grands centres urbains pour la production de bois énergie (charbon de bois et bois de chauffage) et de bois d'œuvre. Actuellement, cette production est seulement un moyen d'obtenir d'indispensables revenus de survie pour les populations rurales. Depuis plus de 50 ans, la recherche forestière a conduit des expérimentations sur les plantations d'eucalyptus dans des domaines scientifiques complémentaires. Les changements globaux (anthropiques, biotiques et abiotiques) auront un impact sur le maintien des plantations sur le long terme. Selon les prévisions, la production totale durable de bois énergie (BE) et bois de construction, d'œuvre et de service (COS) arriverait à subvenir aux besoins de consommation jusqu'aux environs de 2010. Au-delà de cette date la production durable de bois sera déficitaire. La recherche devra donc répondre aux nouvelles questions qui se posent pour assurer la durabilité du système de production en bois énergie autour des grands centres urbains et ainsi maintenir un revenu régulier pour garantir la survie des populations rurales.

L'atelier vise à rassembler les participants nationaux et internationaux travaillant sur la filière eucalyptus pour partager, transférer et approprier les résultats de la recherche, sensibiliser les bailleurs de fonds à la nécessité des reboisements en bois énergie, fournir des informations en appui à la prise de décisions politiques et techniques et communiquer à la presse pour informer le public.

Veillez noter : La participation à cet atelier est gratuite, mais le nombre de place est limité à 100 participants. Pour participer à la conférence, veuillez envoyer un email avec votre nom, titre, organisation, adresse, e-mail, affiliation, téléphone et intérêt à Olga Ramiarison : olga@cirad.mg avant le 8 juin 2013.

Programme Général (le détail du programme sera fourni à votre arrivée)

18 juin 2013	19 juin 2013
Heure : 8h 30mn Enregistrement et Ouverture Les eucalyptus dans le monde Le développement socio-économique Propriétés technologiques	Heure : 8h 30mn Travaux des participants en 4 ateliers : . Changements globaux et socio-économiques . Ecologie et relation sol-plante . Adaptation et variabilité génétique . Transformation et technologie du bois
Heure 13h 30 mn Les changements globaux L'écologie des plantations Les relations sol-plante Diversité et adaptation	Heure 13h 30 mn Restitution des ateliers Synthèse générale Clôture de l'atelier



Liste des intervenants et titre prévisionnel de l'exposé :

Titre de l'exposé	Animateurs
Séance d'ouverture	Directeur Général du Fofifa Aimé Lala Razafinjara Email : dgra@fofifa.mg
Fonctionnement et impacts environnementaux des eucalyptus : "mythes et réalités"	Jean-Pierre Bouillet Email : jean-pierre.bouillet@cirad.fr
La nutrition minérale des eucalyptus, les recherches du Fofifa/Drfp à Madagascar.	Marie Christine Rakotonirina Email : mrakotonirina@yahoo.fr
Productivité des taillis d'Eucalyptus robusta : utilisation pour leur aménagement.	Honoré Randrianjafy Email : honorrandrianjafy@yahoo.fr
Causes entomologiques et cryptogamiques du dépérissement d'Eucalyptus camaldulensis sur le Haut Plateau malgache.	Lala Harivelo Ravaomanarivo Email : lraavaomanarivo@gmail.com Daniel Rakotondravony Email : rakotondravony.daniel@gmail.com
Les espèces exotiques catalyseurs de régénération des plantes autochtones : cas des Hautes Terres périmètre de reboisement en eucalyptus de Carion.	Roger Edmond Email : rogeredmond1@yahoo.fr RANDRIAMBANONA Herizo Email :
In prep	Bakolimalala Rakouth Email : ba.rokouth@yahoo.fr
In prep	Vololoniaina Jeannoda Email : vololoniaina.jeannoda@gmail.com
L'électrification rurale décentralisée par combustion de biomasse : un outil de développement et de lutte contre la pauvreté : l'exemple de la commune rurale d'Andaingo, région Alaotra-Mangoro, Madagascar.	Pierre Montagne Email : pierre.montagne@cirad.fr
Dynamique des reboisements en eucalyptus autour d'Antananarivo.	Jeannet RAKOTOMALALA Email : razanagri@gmail.com
La production du charbon de bois d'eucalyptus.	Alain Michel Rasamindisa Email : amrasami@yahoo.fr
Potentialités de <i>Corymbia citriodora</i> et <i>C. maculata</i> pour des utilisations en ameublement et en aménagement intérieur.	Tahiana Ramanantoandro Email : ramananantoandro@gmail.com Andraina Rajemison, Miora Ramanakoto, Florent Eyma
Les eucalyptus : Evolution des acquis au SNGF	Liva Andrianoelina Email : andrianoelina_liva@yahoo.fr
Eucalyptus et biodiversité	Jean-Marc Bouvet CIRAD UMR AGAP Email : jean-marc.bouvet@cirad.fr
Etude de la variabilité génétique et des interactions génotype x environnement d'Eucalyptus robusta à Madagascar.	Andriambelo Radonirina Razafimahatratra Email : andriambelo.radonirina@yahoo.fr .
Comparaison de la diversité génétique de l'Eucalyptus robusta dans son aire naturelle et à Madagascar.	Daniel Verhaegen Email : daniel.verhaegen@cirad.fr
Mise au point de la technique RFLP PCR sur l'étude de la diversité intra spécifique au niveau des Eucalyptus présents à Madagascar.	Jean-Michel Leong Pock Si Email : leong@cirad.mg

Résumés :

Fonctionnement et impacts environnementaux des eucalyptus : "mythes et réalités"

Les potentialités de croissance de l'Eucalyptus, avec les plus fortes productions de plantations forestières au monde ($> 45 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$ en moyenne au Brésil), sa rusticité et ses possibilités de pousser correctement même sur des sols très évolués comme à Madagascar, l'usage multiple de son bois (pâte à papier, bois énergie et de service...) conduisent à sa forte extension dans toute la zone tropicale et équatoriale. Mais les eucalyptus sont souvent l'objet de critiques sur les impacts environnementaux associés, avérés ou non (assèchement des nappes, épuisement et stérilisation des sols...). Dans ce cadre l'exposé fera le point sur le fonctionnement hydrique, carboné et minéral des plantations d'eucalyptus, avec un accent sur les résultats obtenus depuis 15 ans au Brésil et au Congo, ainsi qu'en Australie et en Afrique du Sud. L'accent sera mis sur les déterminants de la consommation en eau, les bilans hydriques, les bilans de carbone, la stratégie d'acquisition et de recyclage des nutriments et les bilans de fertilité. Pour conclure seront évoquées des voies de recherche et des solutions alternatives aux monocultures (e.g association avec des légumineuses) dans l'objectif d'une meilleure durabilité des peuplements.

La nutrition minérale des eucalyptus, les recherches du Fofifa/Drfp à Madagascar.

Au FOFIFA/DRFP, l'intérêt pour les eucalyptus s'est surtout manifesté depuis 1993, à l'époque où le Service provincial des Eaux et Forêts d'Antananarivo parlait d'une situation de grave pénurie de bois énergie. Des travaux sur la nutrition minérale ont été entamés, dans le cadre d'un essai de rotation des coupes sur un boisement d'*Eucalyptus grandis* situé dans la région de Manjakandriana. Un autre essai dans la région de Moramanga a été réalisé pour comparer les caractéristiques physico-chimiques d'un sol sous reboisement de *Pinus Kesiya* et d'*Eucalyptus grandis* avec le sol laissé en friche.

Le boisement surexploité de Manjakandriana montre une situation critique, en ce qui concerne les éléments minéraux P, K, Ca et Mg : environ la moitié de la quantité de phosphore, de potassium et de calcium évaluée et plus du tiers de la quantité de magnésium évaluée sont exportés en une seule coupe par un arbre de 3 ans. Il s'agit des éléments minéraux facilement assimilables. Les arbres prélèvent probablement dans les réserves difficilement assimilables, grâce à leur équipement symbiotique.

Le sol du boisement de Moramanga est très acide avec une acidité variant de 4,5 dans l'horizon humique à 4,9 au-dessous de 1m. Jusqu'à 30 cm, cette acidité est surtout due à des teneurs élevées en aluminium échangeable. Les résultats montrent qu'entre 20 et 30 cm, l'Al échangeable contribue à l'acidité d'échange pour 73% sous végétation naturelle contre 50% environ sous les boisements. Concernant les éléments minéraux, les teneurs en N et en Ca assimilables sont plus élevées sous la végétation naturelle que sous les boisements, notamment au niveau des horizons de surface. Cela peut s'interpréter par un prélèvement plus important effectué par les boisements. Concernant l'enracinement, on trouve encore des racines au-dessous de 1m dans 88% des profils observés sous eucalyptus et 79% des profils observés sous la végétation naturelle, contre 61% des profils observés sous pins. Ces chiffres montrent l'aptitude des eucalyptus à traverser un horizon compact situé entre 30 et 75 cm qui caractérise ce sol de Moramanga.

Ces données méritent d'être confirmées mais permettent de déconseiller formellement les durées de rotation trop courtes, inférieures à 6 ans. La capacité des eucalyptus à coloniser des horizons profonds compacts a été établie. L'autre conclusion que l'on peut tirer est que la végétation très dégradée, à dominance de *Philippia* et d'*Helichrysum*, libère de l'aluminium échangeable, dégradant ainsi le sol. La plantation de pins et/ou d'eucalyptus diminue ce risque.

Productivité des taillis d'Eucalyptus robusta : utilisation pour leur aménagement.

L'*Eucalyptus robusta* convient bien à de nombreux types de gestion : en futaie, en taillis, en taillis sous futaie et en ligne de brise-vent. Les connaissances acquises sur la sylviculture des plantations permettent l'élaboration de plans simples de gestion (PSG) et surtout des plans d'approvisionnement en biomasse issus des taillis privés ou publics, source de bois énergie destinés à l'approvisionnement des centres urbains.

Causes entomologiques et cryptogamiques du dépérissement d'Eucalyptus camaldulensis sur le Haut Plateau malgache.

Dans la région d'Analamanga et celle du Vakinankaratra, les plantations d'*Eucalyptus*, y compris celle d'*E. camaldulensis*, constitue une activité économique importante. Afin de mieux connaître les espèces d'insectes liées à cette plantation, un inventaire entomofaunique est réalisé du mois d'avril au mois de juillet 2012 dans cinq stations d'étude dont quatre dans la région d'Analamanga à savoir Anjzorobe, Ankazobe, Arivonimamo et Manjakandriana

et une autre localisée dans celle du Vakinankaratra : Betafo. Cet inventaire nous a permis de recenser quatorze espèces réparties en neuf familles et en quatre ordres, et parmi elles cohabitent un bon nombre de taxa ravageurs vis-à-vis de la plantation d'*Eucalyptus*, mais aussi quelques espèces prédatrices et utiles. Les Homoptères représentent l'ordre le plus abondant en termes d'individus et les Psylles d'*Eucalyptus* : *Glycopsis briblecombei* (21391 individus) et *Ctenarytaina* sp. (Homoptères – Psyllidae) sont les mieux représentés, particulièrement au niveau du peuplement d'*E. camaldulensis* et d'*E. robusta*. Parallèlement à cet inventaire de la faune, une analyse de l'infestation entomologique et de l'infection cryptogamique des *Eucalyptus* prouve que les Psylles sont responsables de la chute prématurée des feuilles et du dépérissement d'*E. camaldulensis* dans les régions d'Arivonimamo, d'Imerintsiatosika et de Betafo. L'infestation d'*E. robusta* est moins importante et ne provoque pas un dépérissement de l'arbre dans les régions d'Ankazobe et de Manjakandriana.

Les espèces exotiques catalyseurs de régénération des plantes autochtones : cas des Hautes Terres périmètre de reboisement en eucalyptus de Carion.

In prep.

L'électrification rurale décentralisée par combustion de biomasse : un outil de développement et de lutte contre la pauvreté : l'exemple de la commune rurale d'Andaingo, région Alaotra-Mangoro, Madagascar.

Après quatre années d'efforts, depuis le 6 septembre 2012, la première centrale thermoélectrique biomasse de Madagascar (voire d'Afrique) installée dans la commune rurale d'Andaingo est fonctionnelle. L'enjeu de cet équipement qui produit une ERD au coût de 700 Ar / kwh (0,24 €) est d'assurer d'une part cette production d'ERD à faible coût, facteur de développement en aval mais aussi, par la mise en place de filières d'approvisionnement en biomasse bois ou déchets, d'être d'autre part, une source de richesse en amont. Ce double facteur de richesse est propre à l'ERD biomasse et n'existe pas pour les systèmes hydrauliques, éoliens ou solaires. L'exposé présentera l'installation notamment les modalités de la gestion forestière durable prévue par le plan simple de gestion, suivie par le gestionnaire, qui permet d'assurer qu'aucun risque environnemental ou de déforestation n'est à craindre.

Dynamique des reboisements en eucalyptus autour d'Antananarivo.

Des enquêtes ont été réalisées en 2013 sur le bassin d'approvisionnement en bois énergie aux alentours d'Antananarivo. Les propriétaires continuent à étendre les reboisements en eucalyptus lorsque la disponibilité en terrain le permet. Le matériel végétal utilisé pour les reboisements est majoritairement issu des parcelles villageoises. Lorsque les techniques de pépinière sont bien maîtrisées, les plants sont produits à partir de graines collectées sur place. Par manque de technicité ou par soucis d'économie, la transplantation de sauvages est également utilisée.

La production du charbon de bois d'eucalyptus.

Le charbon de bois constitue une source d'énergie de première nécessité pour les ménages des centres urbains de Madagascar. Les qualités du charbon de bois d'*Eucalyptus* comparées à celles des autres espèces démontrent la persistance du choix des utilisateurs pour ce type de combustible. Les techniques de carbonisation améliorées contribuent à une meilleure gestion de l'exploitation de cette espèce en vue de la pérennisation de la ressource.

Potentialités de *Corymbia citriodora* et *C. maculata* pour des utilisations en ameublement et en aménagement intérieur.

Les plantations d'*eucalyptus* assurent une grande partie des besoins en énergie domestique à Madagascar. Leurs potentialités pour des utilisations en ameublement et en aménagement intérieur sont moins connues. Cette présentation traitera des propriétés de deux espèces d'*eucalyptus*: *Corymbia maculata* et *Corymbia citriodora*. Les propriétés considérées seront les propriétés physiques (densité, infradensité, retraits, dureté), mécaniques (module d'élasticité, tenacité, contrainte de rupture en flexion statique, contrainte de rupture en compression axiale), esthétiques (couleur) et d'usinage (paramètres de rugosité, efforts de coupe, mouillabilité). Ces propriétés seront ensuite comparées à celles des espèces les plus communément utilisées à Madagascar en ameublement et en aménagement intérieur, comme *Dalbergia* sp. et *Ocotea* sp.

Les eucalyptus : Evolution des acquis au SNGF

Le SNGF conçoit et met en œuvre des programmes de recherche sur les espèces forestières afin d'appuyer scientifiquement la réalisation de sa mission principale qui consiste à la production et la diffusion des semences

forestières à Madagascar. Pour cela, des expérimentations sur la physiologie de semences forestières, l'amélioration génétique des arbres forestiers et la conservation des ressources génétiques sont les thématiques traitées.

Concernant le genre *Eucalyptus*, des recherches sur la physiologie des graines ont permis par exemple de mettre en évidence la variabilité de la germination selon leur zone de provenances, la durée de conservation et la période de collecte. En amélioration génétique, des recherches ont été menées avec le FOFIFA/DRFP pour les espèces *E. grandis* et *E. robusta*. Des stratégies d'amélioration génétique d'*Eucalyptus robusta* et *Eucalyptus grandis* ont été élaborés. Des peuplements à graines ont été sélectionnés et des vergers à graines installés et évalués.

Les quatre espèces vulgarisées par le SNGF sont : *Eucalyptus robusta*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus citriodora*. Les cessions annuelles des graines sur ces espèces d'*Eucalyptus* sont toujours relativement importantes, ce qui met en évidence l'importance de leur utilisation dans le reboisement à Madagascar.

Parallèlement à la vulgarisation faite par le SNGF, de vastes plantations d'*Eucalyptus* sont aussi installées avec les graines dont les origines et la qualité génétique apportée restent inconnues. Ce qui compromet à la vigueur des plants, à leur croissance, à leur développement normal sur les terrains de reboisement. Leur résistance aux mauvaises conditions écologiques (climatiques et édaphiques) et aux différentes maladies et attaques se trouve être réduite.

C'est face à cette situation que le SNGF aura encore beaucoup à faire en collaboration avec ses partenaires dans la diffusion des normes techniques de production optimales de plants, de sélection de nouveaux peuplements et d'installation de verger à graines.

Eucalyptus et biodiversité

Comme pour de nombreuses espèces forestières de plantation introduites, la question de l'impact des reboisements d'*Eucalyptus* sur la biodiversité est souvent posée. Nous proposons d'aborder cette thématique sous différents angles afin de donner une vision objective de l'impact des plantations de ce genre sur la biodiversité. En premier lieu, un point sera fait sur la diversité des *Eucalyptus* dans les deux grands types d'écosystème, naturel dans son aire d'origine et artificiel en tant qu'exotique, en illustrant la diversité au sein du genre *Eucalyptus* et au sein des espèces introduites et des variétés utilisées. Ensuite seront abordés diverses questions sur la base d'une revue bibliographique : Les plantations d'eucalyptus réduisent-elles la diversité floristique de sous-bois, la biodiversité des sols, la diversité faunistique ? La gestion de la biodiversité et des plantations d'*Eucalyptus* sera illustrée par des exemples faisant appel à la notion d'aménagement du territoire et du paysage selon différentes échelles. Toutes ces questions serviront de base pour suggérer de futures pistes de recherche abordant le thème de l'impact des plantations sur la biodiversité.

Etude de la variabilité génétique et des interactions génotype x environnement d'*Eucalyptus robusta* à Madagascar.

Une étude de variabilité génétique et des interactions génotype x environnement d'*Eucalyptus robusta* a été menée à Madagascar à travers cinq essais répartis dans deux régions bioclimatiques (Centre versant oriental - Moramanga et Est - Brickaville et Ivoloïna). Les essais ont été installés dans les années 80-90 dans le cadre du programme d'amélioration génétique des espèces de feuillus et de résineux du Fofifa associé au Cirad pour les feuillus, principalement à partir de nouvelle réintroduction de provenances australiennes. Les croissances en hauteur et en diamètre des arbres ont été suivies régulièrement pendant plus de dix ans. Les analyses ont permis de comparer la performance des provenances australiennes et d'une provenance malgache. Les analyses ont révélé la différence de variabilité de la croissance entre les essais ainsi que la différence de comportement des génotypes aux variations des caractéristiques environnementales. Ces résultats sont importants pour l'identification des provenances les mieux adaptées et les plus productives afin de répondre aux objectifs des reboisements malgaches.

Comparaison de la diversité génétique de l'*Eucalyptus robusta* dans son aire naturelle et à Madagascar.

L'aire naturelle de l'*Eucalyptus robusta* se situe le long de la côte Est de l'Australie du New South Wales au Queensland entre 34°58' et 22°57' de latitude Sud. Il pousse principalement dans les marécages et sur les berges des lagons côtiers et des rivières où il est soumis à des inondations périodiques. L'analyse de la diversité génétique avec des marqueurs moléculaires de 187 arbres provenant de l'aire naturelle révèle une forte structuration en 5 clusters génétiques régulièrement répartis. L'utilisation de cette base de données de référence a permis de comparer 105 arbres récoltés sur l'ensemble de l'aire d'extension de l'espèce à Madagascar. Il est démontré que les *Eucalyptus robusta* ont été introduits à Madagascar à partir d'un cluster du Sud de l'aire naturelle. Dans le cadre du changement global, la diversité génétique réduite des peuplements actuels constitue une menace sévère pour le maintien des

revenus des populations rurales. La recherche malgache va devoir mettre en place de nouvelles stratégies pour garantir l'avenir de la filière en bois énergie autour des grands centres urbains.

Mise au point de la technique RFLP PCR sur l'étude de la diversité intra spécifique au niveau des Eucalyptus présents à Madagascar.

L'analyse du cpDNA est largement utilisée en phylogénie et en phylogéographie. A cet effet, la technique RFLP PCR a été appliquée au Laboratoire de Biologie Moléculaire du DP Forêts & Biodiversité sur quelques plantes, entre autres la diversité génétique du genre *Adansonia*, espèce *Centella asiatica*, genre *Cedrelopsis* et récemment sur le poivre sauvage malgache « *Tsiperifery* ». Actuellement, la technique est mise au point sur les Eucalyptus présents à Madagascar. L'étude est axée sur la différenciation génétique de quelques espèces dont *E. robusta*, *E. grandis*, *E. camaldulensis* et *E. citriodora*. Pour cette étude préliminaire, nous avons utilisé 6 combinaisons amorces – Enzymes de restriction. L'étude s'orientera ensuite vers l'étude phylogéographique de *E. robusta*.

