CIRAD-Forêt
Département Forestier du Cirad

RAPPORT DE MISSION AU BRESIL
22 AU 26 JUIN 1999

PERSPECTIVES DE COOPERATION SUR LES PROBLEMATIQUES DE DIVERSITE GENETIQUE, DE GESTION DES RESSOURCES GENETIQUES DE LA FORET BRESILIENNE ET GUYANAISE

Jean-Marc Bouvet
Laurent Maggia

1 – Contexte et objectifs de la mission

La recherche brésilienne sur les problématiques de biodiversité et sur les facteurs influençant la diversité génétique est parmi les plus développées sur le plan international. Le Brésil présente en effet de vastes écosystèmes, forêt amazonienne, Cerrado, forêt atlantique, etc.., non épargnés par les impacts importants de l'activité humaine (exploitation, infrastructure routière, agriculture, élevage).
Dans ce contexte, des compétences en matière d'étude des facteurs influençant la diversité génétique, reconnues au plan international, se sont développées dans les différents pôles de recherche brésiliens (Embrapa et universités) et permettent d'envisager une coopération scientifique avec le « *Laboratoire de Génétique et d'Ecologie Moléculaire* » du Cirad-Forêt à Kourou.
En effet, les problématiques de recherche que développe le laboratoire, étude de la diversité génétique en forêt non perturbée, impact de l'exploitation forestière sur les mécanismes de la diversité génétique et évaluation, conservation et valorisation des ressources génétiques, sont fortement connectées aux problématiques brésiliennes.
De plus, le Cirad-Forêt a la possibilité de drainer des fonds destinés à promouvoir la coopération régionale, soit par l'intermédiaire du FIC (Fonds Interministériel de Coopération Régionale Caraïbes-Guyane), soit par l'intermédiaire des fonds européens FEDER, ce qui peut faciliter la mise en œuvre d'une coopération scientifique. En effet, l'apport de financement par la partie française aidera au montage de projets d'intérêt communs et suscitera plus facilement l'intérêt des brésiliens qui, *a priori*, n'attendent pas uniquement une expertise scientifique des partenaires comme le Cirad-Forêt, leurs compétences étant tout à fait comparables.

Dans ce cadre général, les objectifs de cette mission étaient les suivants :

- prendre et reprendre contact avec les chercheurs brésiliens travaillant dans les domaines de la diversité génétique et de la gestion des ressources génétiques (et accessoirement dans les domaines de l'amélioration des plantes),
- étudier les domaines de recherche qui pourraient faire l'objet de projets financés par le FIC ou le FEDER.

2 – Déroulement de la mission

mardi 22 juin 1999
départ et rencontre avec F. Bertin, Représentant du Cirad au Brésil, basé à Brasilia

mercredi 23 juin 1999
Rencontre avec le Dr. Dario Grattapaglia du CENARGEN (Centre de ressources génétiques) à l'EMBRAPA, Brasilia
Restitution de la rencontre avec F. Bertin
Départ pour Sao Paulo

Jeudi 24 juin 1999
Participation à l'atelier du projet « Conservation, management and sustainable use of forest genetic resources »

Vendredi 25 juin 1999
Participation à l'atelier
Discussion avec le Pr. Paolo Kageyama et ses collaborateurs
Retour sur Belem

Lundi 26 juin 1999
Retour sur Cayenne

3 – Responsables rencontrés

31 – Laboratoire de biologie moléculaire du CENARGEN, centre national de ressources génétiques de l'EMBRAPA. Responsable : Dr. Dario Grattapaglia

311 – Activités du laboratoire

Dario Grattapaglia, chercheur au CENARGEN est coresponsable du laboratoire de biologie moléculaire à l'EMBRAPA à Brasilia. Il a commencé ses activités de recherche dans le domaine de la sélection assistée par marqueurs pour les programmes d'amélioration des eucalyptus en liaison avec les cellules de recherche des sociétés de reboisement brésilienne (notamment ARACRUZ). Aujourd'hui son activité s'est diversifiée et élargie aux problématiques des forêts naturelles (forêt atlantique, Cerrado et forêt amazonienne). Les travaux de son laboratoire concernent :

- La mise au point de nouveaux marqueurs ; les dernières techniques abordées sont les marqueurs AFLP et les microsatellites. Le laboratoire semble parmi les plus en pointe au Brésil en ce qui concerne l'utilisation des marqueurs pour les plantes de grande culture (Riz, ananas) et pour les arbres forestiers, toutes les techniques de marquage moléculaire peuvent y être développées. L'appareillage récent et abondant permet d'accueillir simultanément plusieurs étudiants. Le laboratoire dispose d'un séquenceur dont l'intérêt a été longuement souligné par D. Grattapaglia ; rapidité, fiabilité et répétabilité etc.
- L'utilisation des marqueurs dans les schémas d'amélioration des eucalyptus ; cette activité est axée sur la mise au point de cartes génétiques et la recherche de QTL en s'orientant vers l'utilisation de nouveaux marqueurs comme les microsatellites et en perfectionnant l'analyse par des populations plus importantes. Le laboratoire intervient comme prestataire de service auprès des compagnies industrielles de reboisement en eucalyptus et n'est pas à proprement parlé intégré comme acteur dans un schéma d'amélioration. Aucun schéma d'amélioration sur les eucalyptus n'étant mené par l'EMBRAPA, D.

Grattapaglia souligne la frustration de ne pas maîtriser sur le terrain les techniques qu'il met au point.

- L'utilisation des marqueurs pour la conservation et la gestion des forêts naturelles : des études sont en cours sur un petit nombre d'espèces avec pour objectif de connaître la structuration de la diversité génétique et le régime de reproduction de quelques espèces clefs, importantes d'un point de vue écologique et économique. Les premières espèces étudiées sont : *Copaifera langsdorffii* (Fabacée), *Myracrodruon urundewa* (Anacardiacée), *Cedrela fissilis* (Méliacée), *Caryocar Brasiliense* (Caryocaracée), *Swietenia macrophylla* (Méliacée). Les premières études ont concerné la structuration dans l'espace de la variabilité génétique à partir de marqueurs dominants comme les RAPD. Les études d'aujourd'hui sont tournées vers les effets de la fragmentation sur les mécanismes de la diversité génétique.

312 – Projets de coopération évoqués

Malgré la forte activité du laboratoire, l'absence de personnel permanent (le laboratoire ne fonctionne qu'avec des étudiants) et les fortes sollicitations de toutes parts (projet « Dendrogene », projet « sustainable management of forest genetic resources »), D. Grattapaglia est ouvert à toutes coopérations avec des institutions étrangères notamment avec le Cirad dont il connaît certains chercheurs. Cette coopération doit cependant être basée sur une réflexion commune et aboutir à un projet équilibré. D. Grattapaglia pense que des projets limités dans le temps et de taille raisonnable (voire de petite taille) sont plus à même d'aboutir. Nous partageons ce point de vue.

Après discussion, il apparaît que le « Bois de Rose », espèce menacée par un fort extractivisme et dont des plantations sont envisagées pour la production de linalol, offre une problématique de recherche commune à la Guyane et au Brésil pour laquelle le laboratoire du CENARGEN pourrait intervenir (mise au point de marqueurs microsatellites). Il faudrait alors associer un autre partenaire brésilien, peut-être la FCAP (faculté des sciences du Para), déjà impliquée dans les plantations de « Bois de Rose » et dans les études chimiques (contact pris par Laurent Maggia en juin 1998 et mai 1999). Le laboratoire de D. Grattapaglia étant, au Brésil, le plus compétent pour réaliser des études de diversité génétique sur les espèces forestières à l'aide de nouveaux marqueurs, un accord de principe pour participer à un projet sur la sauvegarde et la domestication de cette espèce peut être considéré comme un atout important pour débuter une collaboration.

Les autres espèces travaillées par le laboratoire ne sont pas présentes en Guyane, il apparaît donc difficile de dégager des projets basés sur la connaissance de la diversité intra-spécifique. Notons cependant les travaux de thèse entrepris sur *Swietenia macrophylla* (Mahogany) : analyse des facteurs de la diversité génétique avec des microsatellites et effet de la fragmentation. Les études sur les plantations de mahogany entreprises par le Cirad-Forêt en relation avec l'ONF de Martinique pourraient être affinées avec les nouveaux marqueurs mis au point par CENARGEN (dans le cadre d'un FIC ou d'une autre convention avec l'ONF).

Concernant la coopération sur les aspects techniques et méthodologiques, notamment la mise au point de certains marqueurs, la définition de projets d'intérêts communs paraît limitée compte tenu du savoir faire du laboratoire du CENARGEN. Projet, s'il y a , serait à concevoir avec une part d'expertise régionale, menée par le CENARGEN, complémentaire aux possibilités qu'offre notre laboratoire de Kourou (cf. le projet Bois de Rose et élaboration d'amorces de microsatellites, cité plus en avant).

Remarque : les aspects de recherche sur les eucalyptus ont aussi été évoqués suite au contact préalable pris par Daniel Verhaegen lors de sa mission à Hobart et à l'élaboration du projet « Eucalypt Genome Initiative ». La séquence d'un gène qui semble impliqué dans le bouturage va être fournie au CENARGEN. De même, la proposition de collaboration avec le CENARGEN, selon une procédure en cours avec R. Vaillancourt, pourrait être développée. Ce projet a été soumis à Dario Grattapaglia et à son étudiant Matthias. Des contacts ultérieurs entre Daniel Verhaegen et Dario Grattapaglia devront être pris pour faire le point sur cette proposition.

32 – Rencontre avec les chercheurs brésiliens dans le cadre du projet « Conservation, management and sustainable use of forest genetic resources »

Lors de la mission, en avril dernier, de la revue externe du CIRAD-Forêt en Guyane, A. Ouedraogo, responsable des ressources génétiques forestières à l'IPGRI, nous a proposé de participer à l'atelier de lancement du projet « Conservation, management and sustainable use of forest genetic resources », dans le but de rencontrer les chercheurs brésiliens (cet atelier a eu lieu du 23 au 27 juin à Piracicaba, ville à 200 km de Sao Paulo où se situe l'école d'agriculture faisant partie de l'université de Sao Paulo). Ce projet, dont le but est de développer des méthodes d'aménagement permettant la conservation des ressources génétiques en tenant compte de l'impact des activités humaines sur la diversité génétique et la dynamique des écosystèmes, a regroupé les chercheurs les plus impliqués au Brésil dans ces problématiques.

Bien que l'objectif de ce rapport ne soit pas de faire le point sur ce projet, dans lequel le CIRAD n'est pas intégré, il apparaît intéressant d'en donner les grandes lignes.
Il s'agit d'un projet présenté par l'IPGRI dont le fonctionnement est financé par la coopération allemande pour un montant total de 5 millions de francs sur 3 ans. Il regroupe 3 pays : l'Allemagne, le Brésil et l'Argentine, ces deux derniers étant au centre des études par l'attention portée à leurs écosystèmes. Les objectifs du projet recouvrent plusieurs aspects :

- aspects socio-économiques : évaluer les revenus issus des forêts, caractériser l'utilisation des terres, étudier l'évolution des modes de vies en relation avec l'utilisation des ressources forestières ainsi qu'analyser l'impact des politiques foncières et forestières sur l'utilisation des ressources génétiques,
- génétique : évaluer l'impact des activités humaines sur la diversité génétique,
- écologique : évaluer l'impact de l'activités humaine sur la phénologie, la pollinisation, les mécanismes de dispersion etc.,

- conservation, aménagement et utilisation : développer des options techniques destinées aux aménagistes et politiques pour des utilisations durables des ressources génétiques,
- formation, éducation et communication : développer la formation des scientifiques au concept de gestion durable des ressources génétiques et favoriser la communication entre les institutions des pays concernés.

321 – Problématiques brésiliennes liées à la gestion des ressources génétiques forestières

La journée du 24 juin a été consacrée à la présentation des activités des différentes institutions de recherche impliquées dans le projet, en relation avec les objectifs évoqués ci-dessus. Les présentations intéressant notre démarche ont été les suivantes :

- Synthèse des méthodologies appliquées aux études des ressources génétiques forestières, par le Pr. Paulo Kageyama de l'Université de Sao Paulo (ESALQ/USP). Les principaux résultats du laboratoire au cours des dernières années ont été présentés et notamment ceux relatifs aux effets de la fragmentation et de l'exploitation sur des paramètres de la diversité génétique. Les résultats montrent une diminution de la diversité génétique avec l'impact de l'activité humaine, sans qu'il soit possible de qualifier l'ampleur d'importante ou de définir un seuil critique signalant une limite d'exploitation à ne pas dépasser.
- Les avantages et inconvénients des différents marqueurs moléculaires dans le cadre de la gestion des ressources génétiques forestières par Dr. Ana Ciampi du CENARGEN/EMBRAPA. La présentation est illustrée par les travaux du laboratoire du CENARGEN (voir paragraphe 311).
- Présentation du projet « Dendrogene » par le Dr. Milton Kanashiro de l'EMBRAPA/Belem. Le projet « Dendrogene » a pour principaux objectifs la mise au point d'une base de données sur les paramètres génétiques et écologiques des espèces de la forêt amazonienne (DENDROBASE), la mise au point d'un modèle capable d'estimer l'évolution de la diversité génétique en fonction de différents paramètres (ECOGENE), et enfin l'utilisation d'un logiciel d'aide à la décision d'aménagement forestier (TREMA). Le projet « Dendrogene » est toujours en cours d'élaboration. Il est important toutefois de noter qu'il est étroitement lié à l'existence préalable de données (avons nous d'ailleurs suffisamment de données pour justifier une base, tout en sachant que le projet a peu de moyens financiers et humains pour réaliser ou subventionner des recherches ?) et que les modalités de leur mise à disposition pour alimenter la base n'a pas été suffisamment abordé (comment les fournisseurs de données sont-ils intégrés dans le projet ?). De plus, le problème de l'accessibilité au système (dendrobase+ecogene+trema) par les utilisateurs potentiels n'est pas encore clairement défini.
- Ecologie et conservation de la Forêt Atlantique, par M. Flavio Gandara de l'Université de Sao Paulo. La forêt Atlantique a été fortement touchée depuis un siècle. On estime la surface actuelle à 5 % de celle de la fin du siècle dernier. L'effet de la fragmentation sur la dynamique forestière et l'évolution de la biodiversité sont évoqués.

- Ecologie de la forêt amazonienne par M. Luiz Gonzaga de la Faculté des Sciences Agraires du Para (FCPA). La présentation est axée sur l'impact des activités humaines sur la forêt amazonienne.

322 – Projets de coopération évoqués

Une rencontre a eu lieu avec le Professeur Kageyama, responsable, dans le cadre du projet évoqué ci-dessus, des activités de recherche sur la diversité génétique, et M. Luiz Gonzaga de la FCAP. Le « Bois de Rose » apparaît aussi comme un sujet d'intérêt commun. Le Professeur Selma Toyoko Ohashi de la FCAP (contact pris par L. Maggia en mai dernier par e-mail) est d'ailleurs une ancienne élève du professeur Kageyama).

Un projet de coopération basé sur le Courbaril, *Hymenaea Courbaril* (Césalpiniacée), pourrait être aussi envisagé. Héléna Maltez, étudiante du Pr. Kageyama, est en cours de thèse avec pour sujet l'étude de l'impact de l'exploitation forestière sur la diversité génétique de cette espèce à partir de marqueurs microsatellites (en phase d'élaboration au CENARGEN). Cette espèce est également présente en Guyane. Des études sur la diversité génétique à l'échelle régionale pourraient ainsi être proposées.

Le Professeur Kageyama est aussi très ouvert à tout type de projets basés sur des échanges scientifiques comme l'organisation de petits ateliers sur des thèmes précis (fragmentation forestière, impact de l'exploitation sur les mécanismes de diversité génétique, les flux de gènes etc.).

A noter également qu'au cours des discussions, nos collègues brésiliens ont montré un intérêt tout particulier pour une meilleure connaissance de la ressource génétique de certains palmiers de la forêt amazonienne, tel que l'Euterpe, intervenant dans l'alimentation et la nutrition par la production de fruits ou de cœur. Le Parcouri, *Platonia insignis* (production de fruits), autre essence forestière, semble intéresser de la même manière une équipe de l'EMBRAPA de Belem (Michel Trebel, délégué du CIRAD en Guyane, comm. pers.) que nous nous proposons de visiter en septembre prochain.

Remarque : une discussion a eu lieu avec le Professeur Weber Amaral de l'Université de Sao Paulo, spécialiste en génétique des populations et génétique quantitative, qui connaît les travaux du Cirad-forêt en matière d'eucalyptus. En ce qui concerne les eucalyptus, celui-ci travaille en relation avec l'IPEF (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais) et serait ouvert à une collaboration qui passerait par l 'échange de matériel végétal. Nous avons décidé que des contacts ultérieurs avec les responsables du Cirad-forêt pourraient être organisés.

4 – PERSPECTIVES

Cette mission n'est qu'une première prise de contact et devra être suivie d'autres rencontres pour mettre au point des projets communs. Il est d'ailleurs prévu de se rendre à Belem en septembre 1999 pour rencontrer plus longuement qu'à Sao Paulo les responsables locaux de l'EMBRAPA (Amazonia Oriental) et de la FCAP.

Il semble cependant se dégager des pistes pour la réalisation de projet communs :

- la problématique Bois de Rose avec trois partenaires : le Cirad-Forêt à Kourou, la FCAP à Belem et le laboratoire de l'EMBRAPA/CENARGEN à Brasilia,
- La problématique Courbaril avec le Cirad-forêt à Kourou, l'USP/ESALQ à Sao Paulo.

Remerciements :

Nous tenons à remercier François Bertin, Délégué du Cirad au Brésil, pour son accueil et l'organisation de la visite au CENARGEN

PRINCIPALES PERSONNES RENCONTREES

- Weber A. N. Amaral
Professeur à l'Université de Sao Paulo, département des sciences forestières, ESALQ/USP
Av. Padua Dias, 11 – C Pastal 09
13418 900– Piracicaba – SP – Brasil
Tél : 55 (19) 430-86-52
Email : wanamara@carpa.ciagri.usp.br

- François Bertin
Représentant du Cirad au Brésil
SHIS – QI 15 – Conjunto 3 – Casa 1
71635-230 – Brasilia – DF – Brasil
tél : 55 (61) 248-2079 248-5665
email : francois.bertin@apis.com.br

- Luiz Gozaga da Silva Costa
Coordinateur des cours d'ingénieur forestiers
Faculdade de Ciencias Agrarias do Para
Praça Carneiro de Rocha, 117/04
66.020.150 – Cidade Velha
Bélem – Para – Brasil
Email : carvalho@cpatu.embrapa.br

- Dario Grattapaglia
Docteur coresponsable du laboratoire de génétique végétale
Embrapa/Cenargen
C postal 02372
70770-900 Brasilia-DF- Brasil
tél : 55 (61) 348-46-16
email : darion@cenargen.embrapa.br
site web : http://www.cenargen.embrapa.br

- Paulo Kageyama
Professeur à l'Université de Sao Paulo, département des sciences forestières, ESALQ/USP
Av. Padua Dias, 11 – C Pastal 09
13418 900 – Piracicaba – SP – Brasil
Tél : 55 (19) 430-8642
Email : kageyama@carpa.ciagri.usp.br

Abdousalam Ouédraogo
Docteur, responsable du programme Ressources Génétiques Forestières
Via delle Sette Chiese 142
00145 Rome, Italy
tél : 39 –065-1892213
email : a.ouedraogo@cgiar.org
site web : http://www.cgiar.org/ipgri/

- Aldicir Scariot
Docteur spécilisé dans l'écologie et la conservation
Embrapa/Cenargen
C postal 02372
70770-900 Brasilia-DF- Brasil
tél : 55 (61) 348-46-16
email : scariot@cenargen.embrapa.br
site web : http://www.cenargen.embrapa.br