525098

BA_RP 2227

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

IBAMA
MMA

RAPPORT DE MISSION DE L'UPR 42 AU BRESIL DU 18 NOVEMBRE 2004 AU 02 DECEMBRE 2004

Philippe GIRARD
Patrick ROUSSET

Janvier 2005

CIRAD
Département des Forêts
UPR 42 Biomasse Energie
TA 10/16
34398 Montpellier cedex 5

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

CIRAD
000064124

Sommaire

1 - SYNTHESE 1
Enjeux 1
Principaux enseignements et recommandations 1
2 – Objectifs de la mission 3
3 – ComPte rendu chronologique 3
3.1 - Etat du Para : Belém 3
3.2 – District fédéral : Brasilia 5
3.2.1 – Ambassade de France 5
3.2.2 - Ibama 5
3.2.3 – Université Nationale de Brasilia (UnB) 6
3.3 - Etat du Minas Gerais 6
3.3.1 - CAF, groupe Arcelor 6
3.3.2 - Société de carbonisation Ciafal (groupe Cisam) 7
3.3.3 - Plantar S/a 8
3.3.4 - Société Braco 8
3.3.5 – RENABIO 9
3.4 - Etat de São Paulo 9
3.4.1 - Université fédérale d'Itajuba 10
3.4.2 - Université de Campinas (Unicamp), Bioware 10
3.4.3 - Ecole Supérieure Luiz de Queiros (ESALQ) 11
3.4.4 – Cenbio : Ce centre d'excellence sur la bioénergie 11

ANNEXES

1 - SYNTHESE

Enjeux

Sa dimension continentale, la diversité des climats et des ressources agro-forestières confèrent au Brésil les conditions parfaites pour être la référence dans la production et l'exportation d'énergie à partir de la biomasse. Aujourd'hui, l'excellence scientifique de sa recherche le rend incontournable, et c'est actuellement le premier pays d'accueil de nos chercheurs. Il constitue un partenaire essentiel du Cirad, permettant de mener des actions scientifiques de premier ordre et de tester de nouvelles formes de partenariat avec application et diffusion des résultats des travaux conjoints au profit d'autres pays. Nous sommes engagés sur cette voie avec l'Ibama et nous nous y engagerons avec d'autres partenaires sur d'autres programmes.

Principaux enseignements et recommandations

La mission a permis, grâce à des regroupements thématiques, de rencontrer des chercheurs, enseignants, acteurs privés et publics Brésiliens, partenaires ou non du Cirad. Ont été abordées les principales thématiques de notre coopération :

- Enseignement universitaire à l'UFRA (Etat du Para), à l'université de Campinas (Etat de Sao Paulo), à l'Unb (DF)
- Electrification des communautés isolées en Amazonie
- Production de charbon de bois pour l'industrie sidérurgique (Etat du Para, Etat du Minas Gerais)
- Réseaux de diffusion de l'information

Plusieurs enseignements ressortent de ces présentations :

Sur les 4 thèmes présentés, les différentes équipes rencontrées ont présenté des travaux de qualité et font état de fortes possibilités de partenariat avec le Cirad dans les domaines de la valorisation énergétique. Nous retiendrons les points suivants :

- La ***formation*** prend et devrait prendre une grande importance dans les activités contractuelles du Cirad et des chercheurs de l'Ibama : nombreux thésards, stagiaires et post-doc impliqués, tant brésiliens que français, postes de professeurs-visitants des chercheurs Cirad dans les universités comme l'Ufra ou l'Esalq.
- Aujourd'hui, des travaux pluridisciplinaires mobilisent des équipes de l'Ibama en réseau à l'échelon régional ou continental. Cette approche en réseau se présente comme une forme de coopération qu'il convient d'explorer plus profondément, pour en dégager les applications et les modalités de mise en œuvre avec d'autres partenaires publics et privés.
- Les financements engagés dans les projets et programmes concernés sont généralement réalisés par le biais de fondations, entités ou mécanismes nationaux ou régionaux, publics ou privés, ainsi que le relais par des financements bilatéraux étrangers ou multilatéraux (UE notamment), à la suite ou non de crédits d'amorçage MAE. Cette dernière formule

promue par l'ambassade et qui a permis de réaliser cette mission exploratoire peut générer des effets leviers très positifs.

Les observations et recommandations suivantes sont à retenir :

- La recherche de formes complémentaires de valorisation ou de diffusion de l'information (formation, ateliers ou séminaires, publications) notamment au travers de l'association Renabio.
- L'intérêt d'insérer un module sur la valoriation énergetique de la biomasse dans les programmes de formation des étudiants en management forestier de l'UFRA et de l'UnB. Cette coopération peut se faire au travers d'un statut de professeur visitant.
- La réponse aux demandes des industriels producteurs de charbon de bois par le montage d'un programme de carbonisation à partir des déchets bois et de forêts certifiées et la mise en œuvre de technologies « propres » à faible impact environemental comme la technologie Regenat.
- La recherche de formes alternatives de valorisation de la biomasse comme le briquettage ou encore la torréfaction pour la sidérurgie.
- Une ouverture vers d'autres partenaires d'excellence comme le Cenbio dans les projets de développement en Amazonie par exemple. L'intérêt ou la nécessité d'insérer (certains de) leurs travaux dans des problématiques plus globales (socio-economiques), en impliquant plus fortement les communautés isolées. Dans ce contexte, étudier les modalités de poursuite des actions entamées sur plusieurs programmes et projets, ainsi que leur financement.
- Une ouverture vers d'autres financements (privés brésilien et français, public international) est à recherchée.

****

Personnes concernées : Dr Philippe Girard (Cirad)
Christian Bedrossian (Sté Regenat)
Pr Waldir Quirino (LPF - Ibama)
Dr Patrick Rousset (Cirad/LPF-Ibama)

Personnes contactées : la liste des personnes est donnée en annexe 1

Diffusion France : J.Valeix ; B.Mallet ; A. De Courville ; Chefs d'UPR Forêts ; C.Bedrossian (Regenat Europe)
Diffusion assurée par P.Rousset : P. Petithuguenin ; Ambassade de France au Brésil ; Ibama

2 – OBJECTIFS DE LA MISSION

- Etude de partenariat entre la société Regenat (Technologie de carbonisation propre) et les industries du bois et sidérurgistes brésiliens.

- Renforcement du partenariat franco-brésilien Cirad/Ibama et possibilité d'élargissement à d'autres organismes publics et privés.

3 – COMPTE RENDU CHRONOLOGIQUE

3.1 - Etat du Para : Belém du 17/11 au 21/11
3.2 – District Fédéral : Brasilia du 22/11 au 24/11
3.3 – Etat du Minas Gerais : Belo Horizonte et environs du 25/11 au 28/11
3.4 – Etat de São Paulo : São Paulo et environs du 29/11 au 1/12

3.1 - Etat du Para : Belém

- *Contexte :*

L'intérêt de la recherche pour l'Amazonie est multiple, de la production de connaissances bio-environnementales et en sciences humaines aux études sur l'exploitation des richesses naturelles, en passant par les recherches liées au développement durable. Elle constitue donc un terrain privilégié pour un grand nombre d'institutions de recherche, publiques et privées, régionales, nationales et internationales. La plupart des centres de recherche publics sud-américains y interviennent directement ou par l'intermédiaire d'institutions locales. Plusieurs centres internationaux comptent des bases avancées en Amazonie. Dans ce contexte, une demi-douzaine de chercheurs du Cirad travaille à plein temps sur des projets liés à l'Amazonie, sur cinq problématiques essentielles :

- connaissance et gestion des écosystèmes forestiers ;
- caractérisation et préservation de la biodiversité amazonienne ;
- espaces amazoniens et élevage ;
- systèmes de culture et de production durables ;
- politiques publiques et développement régional.

- *Organismes visités*: Université Fédérale du Pará (UFPA) et Université Fédérale Rurale d'Amazonie (UFRA), Cikel, Tranmontina
- *Mots clés* : gazéification, formation, forêts certifiées FSC, carbonisation, cogénération, biomasse
- *Possibilités de collaboration* :

Montage d'un programme de formation avec l'UFRA. Participation de Patrick Rousset (Cirad), Waldir Quirino (Ibama) et un agent du Cirad Guyane comme professeurs invités.

Montage d'un programme de carbonisation des déchets bois de forêts certifiées de la société Cikel avec la technologie Regenat. Des accords sur le type de partenariat sont en discussion entre les deux sociétés, Cirad et IBAMA pourraient intervenir en appui technique et pour la diffusion de l'information en cas de succès.

3.1.1 – Université Fédérale du Para

Visite du laboratoire valorisation énergétique de la biomasse du Centre de Développement Technologique (UFPA) coordonné par le professeur Brígida ROCHA. Le département mécanique compte une vingtaine de personnes. Le laboratoire possède différents pilotes de gazéification dont un gazogène MUKUNDA de l'IIS de Bangalore couplé à un générateur par l'intermédiaire d'un moteur mixte Diesel/Gaz. Ce projet est financé par le Conseil National de développement Scientifique et Technologique (CNPq).
D'autres activités sont menées notamment sur l'utilisation domestique du charbon de bagasse dans un foyer amélioré, et le briquetage de la biomasse. Le laboratoire possède une presse hydraulique d'origine italienne.

3.1.2 - Université Fédérale Rurale d'Amazonie (UFRA)

L'université possède déjà une longue expérience de collaboration avec la coopération Allemande (GTZ) et différentes entreprises brésiliennes. L'activité de formation est essentielle car elle s'applique à plusieurs niveaux, thésards, post-doc, professionnel, société civile, institutions publiques, et c'est un moyen essentiel de valorisation et de diffusion des travaux entrepris. Les objectifs de cette université sont de créer des réseaux de communication capables d'influencer les politiques sur le développement durable. A ce titre, le recteur envisage de former les étudiants de fin de cycle à la gestion et à la valorisation énergétique des déchets agro-forestiers, formation qui n'existe pas aujourd'hui. C'est dans ce cadre que le Cirad peut intervenir en collaboration avec l'Ibama.

3.1.3 - Cikel

Cette entreprise dont l'activité principale est le négoce de bois tropicaux possède plus de 250 000 ha de forêts certifiées. Aujourd'hui, l'entreprise veut gérer ses déchets en utilisant différentes techniques de carbonisation, l'objectif étant l'exportation de ce charbon vers l'Europe. La législation brésilienne interdit toute exportation de charbon de bois issu des forêts naturelles sans autorisation de l'Ibama. Si la Cikel obtient cette autorisation, elle espère une exportation de 5 à 10 containers/mois vers l'Europe (essentiellement Angleterre), qui représenterait en moyenne 300 à 700 tonnes par mois.

REGENAT avait été contacté par CIKEL (par l'intermédiare de la société VECTRA) en Mars 2003. Elle est l'une des premières sociétés brésiliennes à être certifiée FSC (Forest Stewardship Council) au niveau de son activité bois tropicaux. Les déchets de scierie sont utilisés pour produire du charbon de bois destiné aujourd'hui à 100% aux hauts fourneaux des usines de production de fonte. Comme la plupart des producteurs brésiliens, le charbon de bois est produit dans des fours en briques de type "rabo quente" (half orange).
Le procédé ECOCARBO intéresse la direction de l'entreprise car elle désire augmenter la qualité de son charbon de bois en vue d'exporter une partie de la production sur l'Europe et les Etats Unis, et améliorer ses méthodes de production pour être en cohérence avec la démarche globale de l'entreprise au niveau qualité et FSC.

Pendant notre entretien, Paulo Lara a laissé entendre que la production de charbon de bois n'était pas le coeur de métier de CIKEL. De son côté REGENAT a la volonté de devenir un opérateur reconnu dans la production d'énergie à partir de biomasse et dispose par ailleurs du procédé ECOCARBO. Dans ce contexte, REGENAT proposerait un partenariat avec CIKEL pour la mise en oeuvre et l'exploitation du procédé ECOCARBO pour la production de charbon de bois et d'électricité, les modalités restant à définir.

3.1.4 - Tramontina

Cette société regroupe une dizaine de sites de production au Brésil et un réseau de distributeur national et international. Elle est spécialisée dans la fabrication d'ustensiles de cuisine et mobilier de jardin. De part son activité, cette société génère une quantité importante de déchets bois.
Une partie de sa consommation énergétique est assurée par un groupe générateur de 1MW couplé à une chaudière alimentée par ses propres déchets. Les conditions financières favorables laissent prévoir un amortissement de l'installation au bout de 5 ans. Le coût de l'installation avoisine 1 million de dollars US. La société pourrait envisager un deuxième investissement pour être totalement autonome si l'approvisionnement en biomasse est assuré, ce qui n'est pas le cas aujourd'hui. L'utilisation de briquette a été évoquée et pourrait s'avérer une solution rentable. L'Ibama propose d'apporter son aide dans le choix et le type de briquette à utiliser.

3.2 – District fédéral : Brasilia

3.2.1 – Ambassade de France

Dans un souci de meilleure lisibilité de notre coopération, nous avons rencontré le poste d'expansion économique et le service d'actions de coopération et d'actions culturelles pour présenter la société Regenat et les objectifs de cette mission. La société Regenat a exposé ses objectifs en terme de prospection du marché brésilien et les possibilités de collaboration avec les centres de recherche de l'Ibama et du Cirad. Aujourd'hui le marché du charbon de bois est en pleine expansion avec les problèmes que cela pose d'un point de vue environnemental au niveau des émissions polluantes et de la pression sur la forêt naturelle. La technologie Regenat peut en partie apporter des solutions avec des possibilités de partenariat avec les entreprises privées. Lors de cette réunion, nous avons pu faire une brève synthèse des actions engagées au Brésil, et exposer tout l'intérêt que Regenat et le Cirad portent à la concertation développée avec ses services, et l'importance que revêt l'appui de l'ambassade pour l'amorçage des projets et la recherche de financements complémentaires. Alain SIBERCHICOT, attaché de coopération a évoqué un appui possible sous forme de programme DELTA.

3.2.2 - Ibama

La réunion avec la direction du département forestier a porté sur le démarrage de la collaboration Cirad/Ibama et les axes de recherche qui vont être menés durant ces 6 années. Aujourd'hui, le développement de l'industrie sidérurgique va de pair avec une augmentation sans commune mesure de la production de charbon de bois. Dans un futur très proche, le Brésil va se trouver face à un désastre environnemental tant la pression sur

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

les massifs forestiers naturels va être grandissante. L'Ibama espère avec cette collaboration proposer de nouvelles technologies avec de meilleurs rendements de transformation et un faible impact environnemental. Dans cette perspective, le procédé ECOCARBO est une des solutions alternatives. L'électrification rurale décentralisée pour les communautés isolées est également une des priorités de cette collaboration.

3.2.3 – Université Nationale de Brasilia (UnB)

L'Ibama et le Cirad entretiennent déjà une longue coopération avec cette université. Cette visite a permis de confirmer l'intérêt de l'UNB vis-à-vis de cette collaboration et de l'intérêt de l'étendue dans le domaine de l'énergie en proposant des échanges d'étudiants avec la France, l'accueil dans les laboratoires du Cirad à Montpellier et la possibilité de participer aux formations diplômantes.

3.3 - Etat du Minas Gerais

Contexte :
L'importance des réserves en minerai de fer dans cet état laisse prévoir une exploitation possible durant les 200 prochaines années. Il est l'un des états les plus importants dans la production de fonte et compte plusieurs dizaines d'industries sidérurgiques grandes consommatrices de charbon végétal. On assiste progressivement à une délocalisation de ces entreprises dont plusieurs appartiennent à des grands groupes européens vers l'Amazonie dont les ressources naturelles en minerai et en bois sont parmi les plus impotantes du pays.

Organismes visités : CAF (groupe Arcelor) à Santa Barbara, unité de carbonisation pilote Ciafal à Divinopolis, société Plantar à Curvelo, Société de production de briquettes de charbon de bois Braco à Sete Lagoes et réseau Renabio à Belo Horizonte.
Mots clés : Charbon, plantation, sidérurgie, réseau
Possibilités de collaboration :
Appui technique à la conduite des fours de type Missouri de la Sté CAF.
Appui technique à l'amélioration et au développement d'une nouvelle unité de carbonisation de la société Ciafal.
Implantation d'une unité pilote de carbonisation Regenat chez Plantar.
Projet de carbonisation de noix de babassou pour fabrication de briquette et de charbon actif avec la société Braço.

3.3.1 - CAF, groupe Arcelor

L'histoire de la CAF est associée à l'histoire de l'industrie siderurgique brésilienne et de la compagnie Belgo Mineira. En 1939, Belgo Mineira lance la première experience de reforestation à partir d'essence native. Les plantations d'eucalyptus commenceront en 1941. Suite au succès de ces opérations, la Belgo Mineira créée un département plantation pour assurer la production de charbon de bois avec le premier plan d'aménagement forestier en 1953. En 1957, est créée la CAF avec pour objectif la gestion durable des plantations

d'eucalyptus pour la production de charbon de bois. Aujourd'hui le groupe est présent dans 4 régions principales du pays (Bahia, centre ouest, Norte et Rio Doce)

Cette société est spécialisée dans la fabrication de charbon de bois pour la sidérurgie à partir de leurs propres plantations d'eucalyptus. Les fours utilisés sont de type Missouri (cf annexe 2) et utilisent le principe de la combustion partielle. La CAF a commencé avec 4 fours pilotes. Aujourd'hui, après différentes modifications portant sur l'amélioration du chargement, la récupération de la chaleur pour le pré-séchage du bois, etc, la société possède 64 fours, représentant un volume total approximatif de charbon de bois égal à 5 000m^3. La CAF est dans une politique de renouvellement des plantations sachant qu'une unité de carbonisation telle que celle présentée ici a besoin de 8 000 ha de forêt pour fonctionner.
Pionnière dans l'industrialisation des Eucalyptus du Brésil en bois d'oeuvre et piquets, la CAF produit des avivés avec le bois issu de ses plantations et principalement Eucalyptus grandis. Le procédé mis en oeuvre pour le séchage du bois a été développé en partenariat avec l'université de Hohenheim (Allemagne), et a comme principe de base l'utilisation de l'énergie solaire. La scierie est équipée de 5 séchoirs (Thermosystème) d'un volume total de 1 000 m^3 renforcés par la circulation d'eau chaude produite par une chaudière à biomasse. Une partie des déchets représentant quotidiennement 45 m^3 de délignures et 45 tonnes de sciures est vendue aux cimentiers.
La CAF possède également une ligne complète de bois d'eucalyptus traité CCA par autoclave pour la production de piquets pour les clôtures, les aires de jeu, etc.
Grâce aux nouvelles plantations, la société est en train de mettre en place un tri sélectif sur site des arbres destinés soit à la production de charbon soit à la découpe. Aujourd hui, la CAF entretient des liens privilégiés avec l'université de Vicosa.
A la fin de la visite, une réunion a été organisée avec les ingénieurs de la CAF et Mario Antunès Naime. Il ressort des entretiens sur les performances comparatives des procédés que la productivité de ECOCARBO est sans comparaison avec les fours utilisés actuellement (200 m^3 de bois carbonisés en 11 jours pour les fours Missouri contre 24 heures pour ECOCARBO). Concernant la qualité, le taux de carbone fixe ne dépasse pas 75% en moyenne. Toutefois, il faudra vérifier l'impact du coût de la préparation du bois ainsi que le montant de l'investissement sur les coûts de fabrication de charbon.

3.3.2 - Société de carbonisation Ciafal (groupe Cisam)

Cette société intègre un groupe compose de 3 unités sidérurgiques, 3 unités de laminage. Ce groupe emploie plus de 1200 personnes dont une vingtaine directement pour la carbonisation. L'unité pilote de carbonisation est née des relations qu'entretient depuis plusieurs années cette société avec l'université de Vicosa. Il s'agit de fours métalliques d'une dizaine de m^3 destinés à fonctionner en continu. Les différentes étapes sont le chargement manuel de rondins d'eucalyptus précalibrés, le séchage ou pré carbonisation par récupération des gaz de pyrolyse dans un incinérateur, la carbonisation et le refroidissement. Chaque four produit environ 4m^3 de charbon, soit 1,7m^3 de bois pour 1m^3 de charbon. L'investissement réalisé sur le site a couté, hors génie civil, 900 000 reais. Cette technologie doit prochainement être implantée sur un autre site, proche des plantations de la société dans l'état de Bahia, avec une augmentation du nombre de fours.

Les concepteurs reconnaissent que de nombreuses améliorations sont nécessaires avant de passer à l'échelle industrielle. Dans cette optique, le Cirad et l'Ibama ont proposé leur appui technique.
Nous avons rencontré une représentation de l'université de Vicosa, du réseau national biomasse énergie (Renabio) et de la société de recherche forestière (SIF). Des accords de coopération dans un premier temps limités à la publication d'articles dans la revue nationale ont été évoqués. Les premiers projets de Cifal ont porté sur le briquetage avant de focaliser les recherches sur la carbonisation. La technologie développée sur le site est brevetée par l'université (voir annexe 2).

3.3.3 - Plantar S/a

Cette société familiale créée en 1977 est spécialisée dans la production et le négoce de clone d'eucalyptus, la production de charbon de bois et la fabrication de fonte. Le groupe représente plus de 8000 personnes dont 800 sont sur le site visité. Elle possède ses propres plantations certifiées FSC représentant une surface de 70 000 ha sur une superficie totale plantée de 180 000 ha. La société possède une longue expérience dans la culture des clones avec plusieurs fermes équipées d'un système d'irrigation et de fertilisation automatisée pour une production annuelle de 5 millions de boutures. Un des objectifs de Plantar est de diminuer la surface exploitée (70000 ha) en améliorant la sélectivité et la productivité des plants d'eucalyptus à 50 m^3/ha/an. Aujourd'hui, Plantar représente environ 40% des plantations annuelles au Brésil. Quelques chiffres clés sur le coût d'un FSC : 11 $US/ha avec un projet pilote sur 20 ans estimé à 28 $US.

L'activité charbon de bois est essentiellement orientée vers la sidérurgie, environ 90%. Les 10% restants sont destinés au marché du barbecue dont 80% pour l'exportation vers l'Angleterre. Aujourd'hui la société produit 10000 m^3 de charbon par mois avec des fours maçonnés repartis sur plusieurs sites (annexe) visités comprend 174 fours d'une capacité élémentaire de 7,6m^3de bois, soit 3,2 m^3 de charbon de bois. La société annonce des rendements massiques sur base sèche de 35%. On peut noter un effort dans le développement de cette technologie avec le suivi des températures et du poids pour contrôler la carbonisation. Actuellement la société possède un service R&D destiné à améliorer la productivité de ses fours et à réduire les émissions polluantes. Quelques chiffres clés : coût d'un four 1000$R et à une durée de vie de 2 ans. La totalité de la production de charbon de la société sert à alimenter leurs 2 hauts fourneaux consommant plus de 180 000 tonnes de charbon par an, soit 40 000m^3 par mois. 70% du coût de la fonte produite, soit 50 000 t par mois, est attribué au charbon de bois. Des projets d'installation d'un pilote Regenat ont été évoqués avec l'appui technique du Cirad.

3.3.4 - Société Braco

Cette entreprise est aujourd'hui spécialisée dans l'achat de fine de charbon pour la production de briquette en France. Cette entreprise familiale qui détient déjà une longue tradition dans la production de charbon de bois en France (société Carbonex), est en train

d'investir plusieurs millions d'euros sur le site de Sete Lagos pour la fabrication de briquettes de charbon destinées au marché européen. La société espère une production annuelle de 20 000 tonnes de briquettes. Parallèlement Braco a investi dans deux fermes dans l'état de Bahia pour développer deux activités : plantation d'eucalyptus de la société Plantar et carbonisation de noix de babassou. Seul le charbon de bois issu de plantation peut être exporté. Celui issu des forêts natives étant destiné au marché local (sidérurgie). Un projet de coopération technique a été initié entre le Cirad/Ibama et Braco pour les parties carbonisation de noix et fabrication de briquette à partir de mixte.

3.3.5 – RENABIO

Daniel Barcellos, directeur technique de l'association RENABIO, a préparé nos rendez vous dans le Minas Gerais. Renabio est une association constituée en réseau national et regroupant des organisations gouvernementales (IBAMA,...), des universités, des centres de R&D, des sociétés privées et des ONG concernées par la valorisation énergétique de la Biomasse. Elle a pour objectif le soutien au développement et à la diffusion de technologies dans ce domaine.
Nous avons rencontré le professeur Laercio Couto, président de Renabio. Après la présentation du film et de REGENAT, il s'est dit prêt, dans la mesure où la technologie ECOCARBO a fait ses preuves, à introduire REGENAT auprès des industriels brésiliens producteurs de charbon de bois et à la recherche de nouvelles technologies pour améliorer leurs conditions de production.

Un projet de publication des activités et travaux de recherche menés par le Cirad et l'Ibama a ete evoque. La diffusion pourrait se faire dans la revue Biomassa e Energia sous la forme d'un numéro spécial. Des contacts sont en cours pour définir la stratégie et le contenu de ce cahier spécial.

3.4 - Etat de São Paulo

Bref rappel
Premier complexe universitaire et de recherche du Brésil, c'est aussi un des premiers partenaires du Cirad (une dizaine de projets en cours, dont la majorité avec l'ESALQ – Ecole Supérieure d'Agriculture Luiz de Queiroz - sur le campus de Piracicaba). Nos coopérations, renforcées depuis 2000 par un accord-cadre et des conventions, sont variées : fronts pionniers Amazonie, gestion de ressources en eau, emballages biodégradables, biocarburants, filière riz, semis direct et stockage du carbone, biochimie eucalyptus. L'université comprend 5 campus dans l'état de Sao Paulo et compte 35 départements ou facultés. Elle fête ses 70 ans cette année. En intégrant la totalité des formations, elle totalise près de 100 000 étudiants (dont 73 000 réguliers). Elle délivre tous les ans plus de 5 000 diplômes de 3ème cycle.

Organismes visités : Université fédérale d'Itajubá, Unicamp et société Termoquip à Campinas, école supérieure d'agriculture "Luis de Queiroz" à Piracicaba et le réseau Cenbio à São Paulo.

Mots clés: gazéification, échange étudiants, formation, pyrolyse, bio oil, réseau
Possibilité de collaboration :
Echange d'étudiants avec l'université d'Itajuba, département de mécanique.
Projet de développement de briquettes torréfiées pour la sidérurgie avec Bioware (Université de Campinas).
Echange d'étudiants et publications conjointes avec l'ESALQ.

3.4.1 - Université fédérale d'Itajuba

Ancienne école fédérale d'ingénieur (EFEI) fondée en 1913, située à 300 km au nord de Sao Paulo, cette université répartie sur 3 sites offre une dizaine de formations administratives et scientifiques. Le département de mécanique (étude en système thermique : NEST) dispose de plusieurs équipements en gazéification, motorisation et analyse chimique. Le laboratoire de turbine à gaz et de gazéification dispose d'une turbine à gaz de fabrication italienne (T200D) de 0,5 kW et 3 micro-turbines à gaz de Capstone avec une capacité maximale de 30 kW (efficacité de 26%, soit 13900 kj/kwh). Un gazogène à lit fluidisé (250 kWthe) alimenté par de la biomasse est couplé à l'une des microturbines. Cet équipement a été construit en partenariat avec la société Termoequip spécialisée dans la fabrication d'incinérateur et de gazogène. Le département dispose également d'un second gazogène qui devrait être couplé à un moteur stirling de fabrication locale. Le laboratoire en plus du moteur stirling de marque allemande SOLO, d'une puissance de 9 kw, va acquérir un autre moteur danois. Le laboratoire se lance en parallèle dans l'étude des piles à combustible et devrait acquérir très prochainement une unité de 5 kW. La majorité des investissements se font sur projet de recherche. Aujourd'hui, ce laboratoire à la pointe de la technologie doit faire face à un manque de personnels pour assurer le fonctionnement des appareils. Des projets d'échanges d'étudiants avec la France ont été évoqués ainsi qu'une possible utilisation des installations par le Cirad/Ibama.

3.4.2 - Université de Campinas (Unicamp), Bioware

L'UNICAMP (25 000 étudiants, près de 2000 diplômes de 3° cycle par an), est également une université prestigieuse et un partenaire privilégié du Cirad, en particulier dans le domaine agroalimentaire (technologie, qualité) et l'innovation, dont c'est d'ailleurs la spécialité reconnue : une structure, appelée *Innovacamp*, fait très efficacement le lien entre entreprises et innovation dans ce domaine. L'université se veut une pépinière d'entreprises, et un pôle technologique est en cours de formation, en relation avec AGROPOLIS (plusieurs visites réciproques). Un jumelage est par ailleurs envisagé entre les villes de Montpellier et Campinas.
Nous avons rencontré Bioware, societé issue de la pépinière et spécialisée dans les technologies de conversion thermochimique de la biomasse. Cette jeune entreprise dispose aujourd'hui d'un ancien gazogène transformé en pyrolyseur destiné à produire des huiles pyroligneuses pour la production de substances phénoliques. Des travaux de briquetage de déchets de biomasse couplés à des techniques de torréfaction sont à l'étude. Aujourd'hui des contacts très étroits entre l'Ibama, le Cirad et Bioware pourraient aboutir très prochainement au montage d'un projet de recherche appliquée sur l'utilisation des briquettes torréfiées pour une utilisation dans les hauts fourneaux.

3.4.3 - Ecole Supérieure Luiz de Queiros (ESALQ)

Cette école créée au début du siècle précédent sous le nom d'Ecole Agricole Pratique de Piracicaba porte le nom de son créateur depuis 1931. Située sur un campus à 150 km de São Paulo, elle compte aujourd'hui plus de 3 000 étudiants, 800 permanents répartis sur 11 départements (agriculture, forêts, agro-alimentaire, économie agro-industrielle, sciences biologiques, sciences environnementales,...). Elle offre à un millier d'étudiants de 2ème et 3ème cycle, 16 cours de master et 14 cours de doctorat. Cette école entretient depuis 3 ans des accords de collaboration avec le Cirad dans le domaine des études forestières. La problématique de la production de charbon pour la sidérurgie ouvre la porte vers de nouvelles collaborations avec les équipes du Cirad et de l'Ibama. Le recteur se dit très satisfait de cette coopération, et notamment des projets interinstitutionnels montés dans ce cadre, en particulier avec l'Ibama. Il rappelle les possibilités de financement de l'Etat de Sao Paulo pour l'appui aux projets conjoints (CNPQ, ...) et met l'accent sur les bourses de chercheurs visitants et les doctorats en cotutelle. Les projets présentés à Sao Paulo et à Piracicaba sont ici encore d'un grand intérêt scientifique et de partenariat.

Il importe d'examiner les demandes formulées par nos interlocuteurs et les opportunités et modalités d'y répondre. Il convient également de renforcer l'appui Cirad aux travaux effectués dans le cadre des projets Bioenergie, et plus généralement, de prévoir et d'organiser la suite à donner à cette collaboration. Des contacts ont été entrepris dans ce sens.

3.4.4 – Cenbio : Ce centre d'excellence sur la bioénergie

Située dans les locaux de l'université de São Paulo, ce "cabinet d'étude" occupe une place importante dans les activités de valorisation de la biomasse dans l'état de São Paulo. Aujourd'hui, Cenbio affiche deux projets principaux en Amazonie :

- un projet d'électrification rurale pour une communauté isolée (Manaus) à partir d'un gazogène de type indien (20 kWe) modifié par IPT et l'université de Rio. Cenbio a pris en charge l'étude écobilan, IPT les tests sur le moteur et USP le développement en continu. Cenbio envisage de breveter le gazogène et d'en faire la fabrication localement et la dissémination dans le pays.
- Le deuxième projet concerne la production d'huile de palme pour alimenter un moteur couplé à un générateur électrique de 115 kVA. Le moteur mixte, diesel/huile de palme, est censé fournir l'énergie pour 1200 personnes. Les modifications du moteur sont réalisées avec un kit de fabrication allemande. Aujourd'hui, le projet prévoit un fonctionnement de 6h/jour.

La politique de Cenbio est d'impliquer les communautés dans les projets de développement par une participation financière de celles-ci. Aujourd'hui, performant dans le développement et le transfert de technologies vers les communautés isolées, Cenbio reconnaît ne pas prendre en compte dans sa totalité les enjeux socio–économiques. Dans cette voie, le Cirad se propose d'apporter son savoir-faire. Un projet FFEM pourrait être monté dans ce sens.

ANNEXE 1

Liste des personnes rencontrées

Personnes rencontrées au cours de la mission

UFRA Belém – PA
Sueo Numazawa
(91) 9984 3733 Res. (91) 242 5656

Cikel
Dr. Paulo Lara – Cikel (41) 2169 8228
André Forman Prata, Ger Oper. Rio Capim, andre@cikel.com.br (94)3779 1165

Embrapa/CPATU - Osmar Romero Aguiar – (91) 9612 2719

UFRA – Univ. Federal Rural da Amazônia
Mecânica - Prof. Gonçalo Rendeiro (91) 8126 9822
Manoel Malheiros Tourinho, Reitor pro tempore, (91)210 5165, 9943 1200
Prof. Dr. André Luiz Lopes Souza, Pro-Reitor de Ensino, andre@ufra.edu.br
(91) 274 5104.

Ambassade de France : Poste d'expansion économique – Marie-Cecile Tardieu (55-61) 312-9246 , marie-cecile.tardieu-smith@missioneco.org
SCAC : Remy Lestienne –(55-61) 312 9196 - remy.lestienne@diplomatie.fr,
Alain Siberchicot (55-61) 312 92000 - alain.siberchicot@diplomatie.gouv.fr et

Cirad, direction régionale : Philippe Petithuguenin – (55-61) 248 20 79, philippe.petithuguenin@cirad.fr

RENABIO
Tatiana (31) 3899 1227
Daniel Barcelos (31) 9965 0874
Laércio Couto (31) 3899 1207

Universidade Federal de Itajubá – Instituto de Engenharia Mecânica
Prof. Electo Eduardo Silva Lora, electo@unifei.edu.br (35) 3629 1321 / 9986 1072

Grupo SOLER EmBh, Sete Lagoas – BRACO – Fabrica de briquetes
Arley Antunes Pereira (31) 3775 1277 / 1276 – (31) 8837 4558
Pierre Soler-My psolermy@tiscali.fr

Eldorado – Belém
Franck CRETI (91) 227 2598 franck.creti@saint-gobain.com

Câmara Francesa em Belo Horizonte
Eduardo Morato ou Frederico (31) 3213 1577 / 1576

Universidade de Campinas – Instituto de Física/Bioware
Dr. Jose Dilcio Rocha, Fone: (19) 3788 4696 jdr@bioware.com.br
Doutorando Juan (19) 9137 6882

Cenbio – Dra. Suani www.suani@iee.usp.br fone: (11) 3483 6983
Orlando Cristiano da Silva pesquisador MSc. gbntumbo@iee.usp.br (11) 9394 1377

USP - Prof. Dr. Jose Otavio Brito Esalq, jotbrito@esalq.usp.br fone: (19)3436 8624.

Termoquip Energia Alternativa Ltda.
Eng. Themistocles Rocha Neto termoquip@termoquip.com.br (19) 3208 0371

SIF – Sociedade de Investigações Florestais
Prof. Dr. Jose Mauro Gomes – Diretor Científico (31) 3899 1199 jmgomes@ufv.br

CAF Grupo Arcelor
Mário Antunes Naime, Gerente Florestal, Mario.naime@caf.ind.br (37)3524 9009
Wendel Mendes Lima, wendel@caf.ind.br (37)3524 9001.

Plantar S/A
Nairam Felix de Barros Filho, Eng. Florestal Assistente de Pesquisa,
nairam-felix@plantar.com.br (38) 3721 2900
Guilherme Vancura, Relações Sociais, (38) 3721 2900
Ricardo Carvalho de Moura, Diretor, rmoura@plantar.com.br (31) 3290 4530

CETEC – Centro Tecnológico de Minas Gerais
Lincoln Cambraia Teixeira, PhD, Coordenador de projeto,
lincolncambrais@cetec.br (31) 3489 2231, / 9613 4731

Universidade de Brasília – UnB
Prof. Dr. Jose Flavio Sombra Saraiva, Diretor Interncional, fsaraiva@unb.br
(61) 347 5499, 307 2036, 307 2037.
Prof. Dr. Ailton Teixeira do Vale, Prof. Energia de Biomassa, ailtotv@unb.br

Tramontina – Belém
Luiz Ongarato, Diretor Superintendente, Luiz@tramontina .net –
www.tramontina.com.br (91) 211 7700

ANNEXE 2

ANNEXE TECHNIQUE

Nom de la Société : TRAMONTINA
Tramontina Belém S.A.
Distrito Industrial de Icoaraci
Setor C, Quadra 2, Lotes 3 a 8
66815-590 - Belém - PA
Phone: 55 (91) 211 7700
Fax: 55 (91) 211 7701

Contact : Luiz Ongarato, Diretor Superintendente
Luiz@tramontina .net
www.tramontina.com.br

Contexte:

Le site visité utilise le bois comme matière première pour la fabrication de mobilier et ustensils. Les déchets sont valorisés pour produire de l'énergie, chaleur et électricité.

Principales données technico-économiques:

- Quantité de déchets:125m^3 par jour
- Equipement utilisé: un module chaudière/turbine pour la production d'électricité pour une puissance installée de 1500KW et deux chaudières de plus petite capacité pour la production de vapeur process pour alimenter les séchoirs à bois.
- Chaudière H.Bremer modelo HBFS-12
  - production de vapeur 12T/h
  - pression de travail 20kgf/cm^2
- Investissement pour l'ensemble complet de production d'énergie : 2,4 millions de dollars
- Le montant de l'investissement du module chaudière/turbine est de 1 million de dollars.
- Le prix de revient du kWh est égal à 25% du prix du kWh acheté soit environ 0,13 US$ soit 0.32 R$ à la compagnie (ANEEL agence nationale d'énergie électrique).
- Prix du kWh de la compagnie d'électricité Celpa 0,32 R$, coût de la Tramontina 0,08R$
- L'économie mensuelle est de 100 000 reias.
- Retour sur investissement: 5 ans.
- Subventions: TRAMONTINA a obtenu des prêts bonifiés de la Banque de Développement Brésilienne, et 5ans d'exonération de diverses taxes sur tous les bois achetés dans l'état du PARA.

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

Nom de la Société : CIAFAL - Matriz (Groupe CISAM)
Divinópolis - M. G, Rua Wilson Santos, 653, Centro Industrial, CEP: 35 502 – 286
Tél. (37) 3214 1400

Contact : Fiabano Ionseca

Historique des activités du Laboratoire des Panneau et Energie à partir du Bois (LPEM) :

1996 : Récuperation des fumées
1999 : Projet pilote chez V&M
2000 : Modernisation de la production de charbon de bois au Nicaragua
2001 : pilote chez Rima Industrial
2001 : pilote chez Bio CARBONO
2003 : projet pilote chez Ciafal

Principales données technico-économiques de Ciafal

- Personnel : 18 personnes
- Cout dune installation (8 fours): 1000.000 Reias
- Amortissement sur 10 ans = 1,93 R$/ / m^3 de charbon
- Production de charbon avec 8 fours : 518400 m^3/an
- 3 cycles/jours = 4 fours en fonctionnement /cycle = 540 m^3 de charbon/mois

Parâmetros	Secagem	Gases Oxigenados	Início da Fase dos Hidrocarbonetos	Fase dos Hidrocarbo-netos	Dissociação e Contração	Fase do H_2
Temperatura (°C)	150 - 200	200 - 280	280 - 380	380 - 500	500 - 700	700 - 900
Teor de Carbono Fixo (% B.S.)	60	68	78	84	89	91
GNC (% B.S.) CO_2 CO H_2 Hidrocarbonetos	 68 30 - 2	 66,5 30 0,2 3,3	 35,5 20,5 6,5 37,5	 31,5 12,3 7,5 48,7	 12,2 24,6 42,7 20,5	 0,5 9,7 80,9 8,9
PCI dos GNC (kcal/m^3)	1000	1210	3920	4780	3680	3160

Fig 1 : Evolution du bois durant la carbonisation

Espécie	**Eucalyptus sp.**
Densidade (g/cm3)	**0,50**
Diâmetro médio (cm)	**15,0**
Comprimento (m)	**2,40**
Tempo de carbonização (h)	**10 - 11**
Temperatura Final (oC)	**400 - 450**
Taxa de Aquecimento(oC/h)	**48 – 50**
Rendimento Volumétrico	**1,7:1**
Rendimento Gravimétrico (% B.S.)	**38 - 42**
Tiço (%)	**4 – 6**

Fig 2 : chiffre pour une humidité du bois : 15%

Umidade (%)	**2,9**
Carbono Fixo (%)	**74 – 78**
Matérias Voláteis (%)	**21 – 24**
Cinzas (%)	**0,9**
PCS (Kcal/Kg)	**6.800**
Densidade do Granel (kg/m3)	**240 – 260**

Fig 3 : caracteristiques du charbon

Nom de la Société : CAF (Groupe Arcelor)
Lieu : Etat du Minas Gerais
Contact : Mário Antunes Naime, Gerente Florestal, Mario.naime@caf.ind.br
Tél. (37) 35 24 9009
Wendel Mendes Lima, wendel@caf.ind.br
Tél. (37) 35 24 9001.

Principales données technico-économiques :
Historique de la société :
1939 : première expérience de reforestation avec une essence native : le Jacare
1941 ; première plantation d'eucalyptus
1953 : premier plan de management forestier
1957 : création de la CAF
1972 -1979 : Augmentation importante des surfaces plantées dans les régions de Rio Doce para Martinho Campos (MG), Carbonita (MG) e Teixeira de Freitas (BA)
1995 : Utilisation de l'eucalyptus pour le charbon et le bois traité
2002 : intégration de la CAF dans le groupe Arcelor

Personnel :
Carbonisation : 800 personnes
Scieries : 200 personnes

Plantations :

		2004	2005	2006	2007	2008
Plantations (ha)	Bahia	1150	1150	1136		
	Centro-oest	3700	3700	3714	2423	
	Norte	4400	4400	4400	4274	
	Rio Doce	3050	3050	3050	3050	3050
	Total	12300	12300	12300	9747	3050

Production :

		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Charbon vegetal 10^3m^3	Bahia	272	264	264	252	252	250	252
	Centre ouest	224	313	313	312	468	480	505
	Nord	125	120	120	232	550	550	553
	Rio Doce	312	313	313	294	360	360	480
	Total	933	1010	1010	1090	1630	1640	1790
Bois scié (10^3m^3)		12	12	12	12	12	12	12
Bois traité (10^3m^3)		32	36	36	36	36	36	36

Carbonisation ;
Nombre de fours : 64
Type de four : métal + béton
Volume du four : 200 m^3
Volume de bois charge: 150 m^3
Production de charbon : 80 à 90 m^3
Durée du cycle : 11 jours
Humidité du bois : 30% soit 60 à 90 jours en forêt aprés découpe.
Durée de vie du four: 10 ans
Prix moyen d'un four : 12 500 euros

Nom de la Société : PLANTAR S/A
Lieu : Etat du Minas Gerais
Contact : Nairam Felix de Barros Filho, Eng. Florestal Assistente de Pesquisa,
nairam-felix@plantar.com.br
Tél. (38) 3721 2900
Guilherme Vancura, Relações Sociais,
Tél. (38) 3721 2900
Ricardo Carvalho de Moura, Diretor, rmoura@plantar.com.br
Tél. (31) 3290 4530

Historique :
1967 : création de l'entreprise
1987 : développement du clonage sur Eucalyptus
1997 : certification isso 9002 norm. par BVQI
1998 : certification FSC sur la zone de Curvelo
2003 : certification FSC sur Felixlândia et Morada Nova
2003 : certification isso 9001:2000

Principales données technico-économiques :
Personnel dans le groupe : 8000
Personnel sur le site visité : 800
Zone FSC : 3
Surface totale : 180 000 ha dont 70000ha FSC

Projet : Plantar S/A and the World Bank's Prototype Carbon Fund – PCF

Objectif : Produire de la fonte à partir de plantations gérées durablement et générer des crédits carbone selon l'article 12 du protocole de Kyoto sur les mécanismes de développement propre (MDP)

Quelques chiffres : L'utilisation de charbon minéral génère 1,9t de CO_2 pour 1 t de fonte produite. Dans le cadre du projet, 1 t de fonte produite genere 1,1 tonnes de CO_2. Conclusion; le gain environnemental obtenu en utilisant du charbon végétal dans le procédé de fabrication de la fonte est de 3 tonnes de CO_2 par tonne de fer produite.
Coût du FSC : 11$/ha

Area	23.100 ha
Charcoal Production	9.885.260 m^3
Pig Iron Production	3.802.023 ton
Ers generation (28 years)	12.885.985 ton CO_2 E
Project Lifetime	28 years
Jobs Generated	1000 people

Tableau 1 : Principales donnees concernant le projet Banque mondiale.

Production de charbon de bois : 10000m3/mois
Nombre de fours : 174
Type de four : maconnes
Volume de charbon : 3,2m3
Cout d un four : 280 euros

Hauts fourneaux : 2
Production de fonte : 50 000 t/mois
Consommation de charbon : 180000t/an

ANNEXE 3

PRESENTATION DE LA SOCIETE REGENAT

PRESENTATION

Regenat Europe SAS, is a French subsidiary of the Company REGENAT USA Holding corp. It has been formed in March 2000 under the name IRI SAS and changed the name in September 2003 for Regenat Europe SAS ("Regenat France").

The Company having been involved in research and development since 1999, now has the exclusive patent and trademark rights for technology applicable to resource recovery and pollution control. The Company's technology relates in part to recycling discarded logging timber and other wood waste and cleansing water by removal organic waste. The Company is now ready to commercially exploit its technology as set forth below.
The Company has a license from ECOEM, L.L.C. to use ECOEM's patents on an exclusive basis. The Company has combined its patent license and natural resources to develop a vast line of potential products. The line of products to be implemented by the Company includes:

(1) Charcoal for barbecuing;
(2) Charcoal for industry;
(3) Charcoal powder;
(4) Activated Charcoal;
(5) Euro palettes;
(6) Compost fertilizer;
(7) Construction wood;
(8) Timber;
(9) Water cleansing by aero bacteriological process, which process will also co-generate clean electricity as well as produce cooling, heat and steam in commercially useable quantities;
(10) Co-generate electricity as well as produce cooling, heat and steam in commercially useable quantities from the charcoal making process; and
(11) Producing electricity as well as cooling, heat and steam in commercially infinite quantities by using its organically clean biomass fuel.

The main activity of REGENAT Europe's carbonization department is to implement our ECOCARBO process all over the world for the production and the selling of charcoal, heat and electricity.
Several units have been implemented in Europe.
The ECOCARBO process is based on a conventional partial combustion system and is coupled to a specific gas treatment unit allowing the combustion of the pyrolysis gas produced by wood carbonisation. The ECOCARBO process can be automatically controlled by a continuous control command system developed by CIRAD and REGENAT.
With a standard unit of 12 kilns, the total production capacity is about 2500 t of charcoal per year, and with the energy content in the carbonisation gas, for 6000 hours of working, we produce 18 MW/h thermal and 1.8 MW/h electric.

Currently, the Company is near completion on several business opportunities, including the following:

- Assessing a request formulated by one of the world's largest metal smelters for the delivery of 3,000 tons of charcoal per month in Argentina. To comply with this request, the Company will soon need to take action to exploit forest concessions with its client to whom the concessions could be granted by the Government of Argentina. The Company has formulated a preliminary plan to have during the next two years 18 sets of 12 kilns producing the required quantity of charcoal. This level of charcoal production represents approximately 36,000 tons of charcoal per year, which is more than 50% of the charcoal produced in France annually. The construction of the kilns will set the groundwork for the Company's delivery of the co-generation of 162,000 MGw of electricity per year and 1,620,000 MGw of thermal energy which will be used by the client and towns and villages for heating, cooling and/or steam.

- In process of finalizing an agreement for taking a majority stockholder in BRCC Common Shares in England for producing Clean Wood Charcoal with Regenat Kiln Ecocarbo 2500T and to Co-generate electricity as well as produce cooling, heat and steam in commercially useable quantities from the charcoal making process. Such undertaking will create ("Regenat UK").

- In process of finalizing an agreement in Scotland for producing Clean Wood Charcoal as well as to Co-generate electricity as well as produce cooling, heat and steam in commercially useable quantities from the charcoal making process with their forestry left-over which is accounted for 250,000 tons per year. Such undertaking will create ("Regenat Scotland").

- Entering into an agreement with the governing bodies of three regions of Spain (Galicia, Asturia and Castilla Y Leon) which have already allocated to Regenat Spain various forestry concessions that will result in the production of Clean Wood Charcoal under a preliminary plan formulated by the Company to have 5 sets of 12 kilns producing 10,000 tons of charcoal each year. The process of producing this amount of charcoal will also result in the co-generation of 54,000 MGw of electricity per year and 540,000 MGw of thermal energy per year which can also be sold for heating, cooling and/or steam.