

PROGRAMME RÉGIONAL POUR LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE



PARTENAIRES POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE DE LA GUYANE

RECHERCHE, ENQUÊTE TERRAIN, BENCHMARK, COMPILATION ET SYNTHÈSE DES EXPÉRIENCES ET CONNAISSANCES ACQUISES DANS LES ÉTATS BRÉSILIENS VOISINS DE LA GUYANE SUR LES PLANTATIONS FORESTIÈRES À VOCATION BIOMASSE.

Étude n°2 – Expériences du Brésil.

Décembre 2013.



PORTEUR DE PROJET :

Bureau d'étude SIMA-PECAT

Vincent GUERRERE (directeur)

Port : 06 94 16 93 18

Mail : vincent.guerrere@sima-pecat.org

www.sima-pecat.org



PARTENAIRES :

Bureau d'étude H2E

Fabrice BROCHARD

Port : 06 94 43 33 25

Mail : h2eguyane@orange.fr

Bureau d'étude Guyane Consult

Julien CAZE (directeur)

Port : 06 94 12 14 11

Mail : julien.cazes@guyaneconsult.com



Guyane Consult

Sommaire

I. INTRODUCTION	1
II. CONTEXTE	2
1. PRESENTATION DE L'ETUDE	2
➤ STRUCTURATION DU PROGRAMME D'ETUDE SUR LES PLANTATIONS BIOMASSE :	2
➤ OBJECTIFS DE L'ETUDE :	3
➤ PRECISIONS SUR LE CHAMP D'INVESTIGATION.....	3
2. BREF ETAT DE LA SITUATION DES PLANTATIONS AU BRESIL	4
➤ CONTEXTE HISTORIQUE GENERAL	4
➤ DES PROGRAMMES DE DEVELOPPEMENT AMBITIEUX	4
➤ DES USAGES MULTIPLES DE LA BIOMASSE.....	5
➤ DES PLANTATIONS FORESTIERES DU BRESIL EN CONTEXTE AMAZONIEN	6
III. LES CRITERES DE CHOIX D'UNE ESSENCE POUR LA BIOMASSE	7
IV. SYLVICULTURE	8
1. PRODUCTION DE BOIS D'ŒUVRE ET PRODUCTION DE BOIS ENERGIE	8
➤ INTRODUCTION	8
➤ PROBLEMATIQUE	9
➤ SOLUTIONS.....	9
➤ SYNTHESE ET CONCLUSIONS SUR LES PLANTATIONS A VOCATIONS MIXTES	12
2. PRODUCTION DEDIEE DE BOIS ENERGIE	14
➤ INTRODUCTION	14
➤ PROBLEMATIQUE	14
➤ SOLUTIONS SUR LE TACHI BRANCO	14
➤ SOLUTIONS SUR L'EUCALYPTUS	16
➤ SYNTHESE ET CONCLUSIONS SUR LES PLANTATIONS BOIS ENERGIE	22
3. CONCLUSIONS SUR LA SYLVICULTURE	23
V. AGROFORESTERIE	24
1. LE SYLVOPASTORALISME	24
➤ INTRODUCTION	24
➤ PROBLEMATIQUE	24
➤ SOLUTIONS AU PARA.....	24
➤ AUTRES SOLUTIONS RENCONTREES EN COLOMBIE	28
➤ CONCLUSIONS SUR LES PLANTATIONS EN SYLVOPASTORALISME	31
2. LA PLANTATION DE BOIS D'ŒUVRE EN AGROSYLVICULTURE.....	32
➤ INTRODUCTION	32
➤ PROBLEMATIQUE	32
➤ SOLUTIONS AU BRESIL.....	32
➤ SOLUTIONS EN COLOMBIE	33
➤ CONCLUSIONS SUR LES PLANTATIONS EN AGROSYLVICULTURE	33

3.	CONCLUSIONS SUR L'AGROFORESTERIE	34
VI.	<i>DISCUSSION GENERALE/SYNTHESE DES ESSENCES</i>	36
VII.	<i>CONCLUSIONS GENERALES</i>	38
VIII.	<i>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</i>	39
IX.	<i>ANNEXE N°1 => COUPLAGE/COMPLEMENTARITE AVEC D'AUTRES PROGRAMMES ET ETUDES :</i>	42
4.	H2E/SIMA-PECAT => AGROFOR-BIO 1 :.....	42
5.	IKARE => VOYAGE D'ETUDE EN COLOMBIE SUR LES CONDUITES DE PÂTURAGES (SYSFOU) :	44
6.	CIRAD/ONF => ETUDE DU DEVELOPPEMENT ET DES PROPRIETES DU BOIS DE PLANTATION D'ESPECES FORESTIERES GUYANAISES :	46
X.	<i>ANNEXE N°2 => FEUILLE DE ROUTE BRESIL ET PERIPLE :</i>	47

I. INTRODUCTION

Le PRME a commandé une première étude sur les ressources biomasse à vocation énergétique. L'ONF et le CIRAD, en charge de la prestation, ont livré en 2007, une étude dont les conclusions ont écarté les ressources issues de cultures énergétiques, jugées trop chères.

En 2011, les études menées par le PRME et l'ONF, sur l'essai pilote de Balata Saut Léodate, ont conduit à des coûts assez élevés du bois énergie classique, pouvant rendre attractif la question des cultures biomasse.

Le ministère de l'Outre-mer a commandé en 2011 aux BE SOMIVAL/SIMA-PECAT/H2E une étude faisant un état des lieux des ressources et potentiels.

En parallèle, le Brésil mène encore et toujours une politique de développement de la filière sylvicole très volontariste. De grandes plantations forestières (bois d'œuvre, bois pour trituration, bois énergie...) voient le jour dans l'Etat de l'Amapa, au Nord du Brésil, sous des conditions pédoclimatiques d'exploitation sensiblement identiques à celles rencontrées en Guyane.

En 2012, une dizaine d'industriels étudient des solutions alternatives d'approvisionnement biomasse en Guyane. Initialement, l'approvisionnement des centrales a été réfléchi à partir essentiellement de la biomasse issue des défriches agricoles et de ressource ONF. Cependant, pour des questions de durabilité, il apparaît nécessaire de réfléchir d'ores et déjà à d'autres sources d'approvisionnement. Par ailleurs gérer sa propre production est considérée par le secteur professionnel/industriel comme plus sécuritaire. Certains industriels ont d'ailleurs intégré la culture énergétique dans le mix de leur plan d'approvisionnement, ou du moins l'ont cité comme une solution à moyen / long terme, témoignant ainsi d'une volonté / besoin d'expertise de la thématique dès à présent.

Sur cette base, dans un souci de diversification des ressources d'approvisionnement, et du fait de la volonté régionale d'explorer les possibilités offertes par ce gisement, le comité de gestion du PRME a commandé une étude sur le retour d'expériences des plantations à vocations énergétiques (bois).

Par ailleurs, il est nécessaire, avant de réaliser des essais terrain, de capitaliser la connaissance déjà acquise tant par nos voisins qu'en Guyane. Les essais sont en effet très longs, peuvent concerner des dizaines d'espèces avec des modes opératoires variés et donc être très coûteux.

Il est donc nécessaire de discriminer les essais à réaliser en Guyane, en s'appuyant au maximum sur l'expérience acquise. Plusieurs sources de données (types de données et origines géographiques) sont à exploiter et à croiser, donnant lieu à un programme de quatre études qui se succèdent et se complètent.

Par ces commandes, le PRME entend disposer d'éléments techniques, financiers et environnementaux, lui permettant de faire le choix des solutions les plus pertinentes pour la Guyane, afin de faire usage d'une nouvelle ressource à vocation énergétique que pourraient être les plantations biomasse forestières dédiées.

II. CONTEXTE

1. PRESENTATION DE L'ETUDE

➤ STRUCTURATION DU PROGRAMME D'ETUDE SUR LES PLANTATIONS BIOMASSE :

Le programme d'étude commandé par le PRME se décompose en quatre lots d'études. La question globale étant **“Avec quelles essences et selon quels itinéraires techniques est-il possible de produire de la biomasse ligneuse en Guyane ?”**. Les quatre études se succèdent avec chacune une question propre qui entre dans une démarche constructive et chronologique selon une approche benchmarking et prospective :

- Quels sont les retours d'expérience de la Guyane et quels enseignements en tirer ?
- Quelles sont les pistes développées dans les pays limitrophes et est-ce transposable en Guyane ?
- Quels sont les risques et les impacts liés aux projets/outils/méthodes alors envisagés pour le futur développement de notre territoire ?
- Comment fait-on pour développer, structurer, inciter et mettre en œuvre une telle filière (mission d'AMO) ?



Etude 1
Expériences et Compétences
acquises par le passé en
Guyane.

(1 note intermédiaire listant les
ressources bibliographiques + 1
rapport de synthèse)



Etude 2
Benchmark sur les
expériences, les projets et les
compétences en plantation
biomasse au Brésil.

(1 note intermédiaire de
présentation de la feuille de route +
1 rapport de synthèse sur les
éléments récoltés à l'étranger)



Etude 3
Impacts et Risques des
plantations à vocation
biomasse.

(1 note intermédiaire sur les
indicateurs d'évaluation + 1 note de
synthèse)



Etude 4
Assistance à Maitrise
d'Ouvrage - Etudes de
poursuite et Essais pilotes.

(1 note de synthèse et conclusions
des trois études précédentes +
travail de programmation des
poursuites à donner)

➤ OBJECTIFS DE L'ETUDE :

L'objectif de l'étude est de faire **la collecte et l'analyse des expériences sylvicoles brésiliennes pertinentes, et d'en faire une lecture dans le sens de cultures énergétiques en Guyane**, afin d'orienter les besoins d'essais locaux et/ou définir des débuts de référentiels technico-économiques transposables. C'est un travail d'enquête et de réappropriation de la donnée. Les centres de recherches (Embrapa, CIRAD, IPEF...), les universités forestières (ESALQ...) et les réseaux de développement de la filière bois énergie (RENABIO...) seront également exploités. La mission correspond à une investigation sur le terrain (Brésil) complétée par un travail de collecte bibliographique des données.

Une exploitation industrielle d'une ressource issue de plantation de ligneux suppose de maîtriser les techniques, les équipements, les coûts, les impacts, etc... avant de pouvoir être intégrée dans les plans d'approvisionnement des centrales.

La zone d'observation était concentrée prioritairement sur des Etats Brésiliens au climat et aux sols proches de la Guyane (Amapa, Para...), mais s'est également intéressée à quelques expérimentations du sud du pays (Sao Paulo...), où la main d'œuvre est plus chère et la mécanisation beaucoup plus développée que dans le nord. Enfin, grâce à l'institut technique Guyanais IKARE, **il a été possible de compléter les expériences en agroforesterie du Brésil avec celles mises en œuvre en Colombie** (territoire également aux conditions pédoclimatiques proches de la Guyane).

➤ PRECISIONS SUR LE CHAMP D'INVESTIGATION

L'objectif de l'étude est de porter à connaissance les expériences sur les cultures dédiées au bois énergie dans les pays limitrophes tel que le Brésil. Cependant, peu d'exploitations sont uniquement focalisées sur le bois énergie. C'est pourquoi les champs d'investigations ont été ouverts au-delà du bois énergie afin de récolter les expériences et de voir comment elles seraient transposables dans le contexte guyanais pour le bois énergie.

Dans le premier rapport d'étude dédié aux expériences et connaissances acquises en Guyane sur la production de biomasse, le champ d'investigation a été ouvert aux voies de productions suivantes :

- **Production de bois d'œuvre par plantations et co-valorisation des déchets :**
 - Plantations de Bois d'œuvre et valorisation des rémanents d'exploitation (éclaircies, rémanents, fûts non conformes, souches...);
 - Plantations de Bois d'œuvre et valorisation des connexes de sciage (dosses, planches non conformes, sciure, rebus...);
- **Plantations dédiées avec des essences pour la biomasse :**
 - Plantations à courtes rotations, taillis courte rotation (TCR), taillis très courte rotation (TTCR);
 - Plantations longues dédiées – Plantations semi-dédiées.
- **Plantations en agroforesterie et sylvopastoralisme pour complément de revenu sur terres agricoles et/ou restauration de terrains agricoles en déprises.**

2. BREF ETAT DE LA SITUATION DES PLANTATIONS AU BRÉSIL

➤ CONTEXTE HISTORIQUE GENERAL

Les plantations ligneuses du Brésil ont connu deux grandes phases de déploiement lors du dernier siècle : depuis 1900 dans l'Etat de Sao Paulo, et plus intensément depuis 1940 dans l'Etat du Minas Gerais. Les premières plantations étaient initialement destinées au fonctionnement des locomotives de chemin de fer de la compagnie « Paulista » et à la fabrication des poteaux de traverses, en remplacement des essences locales. Plus tard, les plantations forestières sont devenues la principale source de production de charbon de bois alimentant les usines métallurgiques, représentant aujourd'hui 86% des besoins énergétiques de ce secteur. Depuis les années 90s, les nouvelles plantations sont plus largement destinées à la production de pâte à papier (second producteur mondial) et, récemment, de plaquettes et/ou Pellets pour la production d'énergie (20 % des plaquettes consommées en Europe viennent de ce continent – source Eurobserv'er).

Avec une surface plantée en Pin et Eucalyptus en 2008 quasi équivalente à la surface de la Guyane (environ 7 millions d'hectares selon l'inventaire Fra 2010), ce pays mène toujours une politique volontariste et ambitieuse. Le gouvernement du Québec a même dédié une page internet, pour inciter les groupes et entrepreneurs forestiers nationaux à aller investir au Brésil (exemple de la marque Canadienne TIGERCAT). L'évolution des surfaces plantées est en très forte augmentation ces dernières années, sans baisse de régime. Les déclarations récentes des dirigeants nationaux et les nouveaux dispositifs incitatifs nationaux montrent que la tendance n'est pas prête de s'inverser.

Au Brésil, le Mahogany brésilien ou Mahogany à grandes feuilles (*Swietenia macrophylla*) a été inscrit à l'annexe III de la convention de Washington (CITES) en 1995 et a été transféré en annexe II en 2003. Cette espèce protégée interdit son exploitation en grumes, bois de sciage, bois de placage et contreplaqués. C'est pourquoi, le Brésil a importé le Mahogany africain (*Mogno africano*) qui ne figure pas à CITES et peut donc être exploité. Il présente des caractéristiques très similaires au Mahogany brésilien et semble être un potentiel bon candidat pour l'alimentation de nouvelles filières de sciage.

Par ailleurs rappelons que le Suriname, Etat voisin sur le plateau des Guyanes, possède 13 000 ha de vieilles plantations, notamment de Pins Caraïbes, qui pour certaines zones ont déjà subi plusieurs rotations. Si l'on ramène cette surface à un calcul rapide vis-à-vis des approvisionnements biomasse :

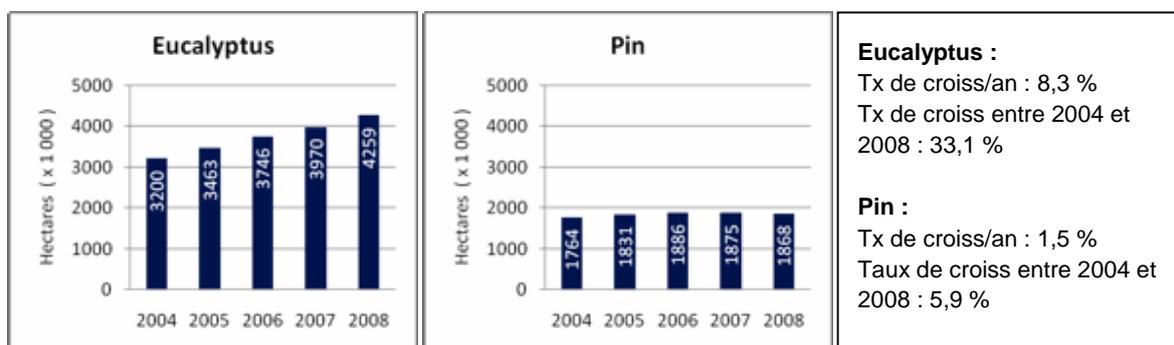
- Le stock net de ces plantations surinamiennes, sans renouvellement, **permettrait d'alimenter au minimum une centrale de 8 MWe sur 20-25 ans ;**
- Cette surface mise en plantation avec une essence productive (Eucalyptus par exemple), avec 30 à 40 m³ par an et par hectare, sur un cycle de 5 ans et 1 année de jachère d'enrichissement avec des légumineuses de couverture (Canavalia par exemple) **permettrait de produire chaque année 325 000 à 475 000 m³ de bois soit la quasi-totalité des besoins des 40 MWe.**

➤ DES PROGRAMMES DE DEVELOPPEMENT AMBITIEUX

En 1966, environ 400 000 ha de plantations d'eucalyptus sont en place contre 7 millions aujourd'hui, et sont exploitées tous les 7 ans. Par la suite, les travaux de sélection génétique et les plantations monoclonales permettront de réduire ces délais de production à 5 ou 6 ans.

Ceci a été permis notamment grâce au gouvernement brésilien qui a mis en place en 1966 un système d'incitation fiscale pour l'afforestation¹ et la reforestation² à partir de plantations d'eucalyptus. C'est le début du développement des grandes industries productrices de cellulose et de fibre pour la pâte à papier. Dans les années 1970, d'autres politiques d'incitation ont été mises en œuvre qui ont également induit une forte expansion des plantations d'eucalyptus et de pins caraïbes jusqu'en 1989 (fin des programmes incitatifs).

Aujourd'hui la croissance perdure et de nouveaux programmes sont en cours de constitution et/ou en cours de lancement pour certains Etats et projets industriels. Comme le montre le graphique ci-dessous la croissance des surfaces plantées, même hors période de programmes incitatifs est continue et importante :



Source : site du gouvernement du Canada

http://www.export.gouv.qc.ca/fr/pays/bresil/autres-information-sur-le-marche/marche_forets_pates_papiers_bresil

➤ DES USAGES MULTIPLES DE LA BIOMASSE

L'eucalyptus, qui a connu le développement le plus important grâce à son adaptabilité aux conditions pédoclimatiques et aux travaux de sélections génétiques, est utilisé pour divers vocations : la production de pulpe pour le papier, de charbon, de bois d'œuvre, de bois contreplaqué, aggloméré, de particules de bois, de granulés et de biomasse brute pour la bioénergie, etc. Certaines espèces sont également utilisées en haies brise-vent, en systèmes antiérosifs pour la stabilisation des dunes, pour la reforestation des bassins versants et la limitation de l'érosion par ruissellement. Des huiles essentielles et tannins sont également extraits des feuilles et de l'écorce.

De nombreuses autres espèces sont à l'étude, elles peuvent être soit natives d'Amérique du Sud, soit exotiques au même titre que l'eucalyptus. Les essences à croissance rapide, souvent exotiques, sont de loin les plus rentables, mais de nombreuses espèces natives, à croissance généralement plus lente, trouvent de multiples intérêts dans des dispositifs agroforestiers où la vente de la biomasse n'est qu'un des nombreux co-bénéfices.

Des programmes d'étude et de développement sont en place, mais restent bien largement sous dotés comparativement aux programmes sur l'eucalyptus appuyé par le Ministère de l'agriculture industrielle et par toute la filière industrielle.

¹ L'afforestation ou boisement est une plantation d'arbres ayant pour but d'établir un état boisé sur une surface longtemps restée dépourvue d'arbre ou n'ayant jamais connu cet état.

² La reforestation ou reboisement est une opération qui consiste à restaurer ou recréer des zones boisées ou des forêts qui ont été déforestées pour des raisons naturelles ou anthropiques.

➤ DES PLANTATIONS FORESTIERES DU BRESIL EN CONTEXTE AMAZONIEN

Au Brésil, à quelques centaines de kilomètres à l'Est de Cayenne, des plantations importantes à vocation biomasse existent. Citons deux grands projets :

- AMCEL (Amapa) est un projet en cours de labellisation FSC, qui représente un total de 199 608 ha gérés avec 93 737 ha de sylviculture d'Eucalyptus (100 667 ha en conservation intégrale et/ou en gestion communautaire durable RLI) devant à terme amener à un niveau de production de 1 millions de Tonnes de bois sous écorce et de 800 000 Tonnes de plaquettes de bois énergie par ans d'ici 5 ans.



Source : SIMA-PECAT & H2E – Convoyage sur route et vers le port d'exportation à Santarem (AMCEL).

- JARI Celulose (Para – anciennement Groupe ORSA qui a racheté l'ancien projet JARI en 2000, puis revendu en 2012). Avec une aire d'exploitation de 545.000 hectares de forêt primaire, 120 000 ha de plantations d'Eucalyptus, la société JARI Cellulose est aujourd'hui l'entreprise qui exploite le plus grand territoire de bois tropical certifié au monde. Elle est également devenue une référence mondiale pour la gestion durable des forêts tropicales, a obtenu en 2004 la certification FSC, et la FAO a reconnu l'année passée le projet ORSA comme un cas d'exemplarité de gestion forestière intégrée d'un territoire pour le continent sud-américain et les caraïbes.



Source : SIMA-PECAT & H2E – Les pépinières de production (JARI Cellulose).

III. LES CRITERES DE CHOIX D'UNE ESSENCE POUR LA BIOMASSE

En sylviculture, le choix de l'essence en fonction de son utilisation est primordial. Une essence peut répondre aux deux objectifs de production que sont le bois d'œuvre et le bois énergie. Toutefois, pour qu'une espèce intéresse un industriel dans le cadre de production de biomasse ligneuse pour la production électrique il faut remplir certaines exigences :

- **Un niveau élevé de productivité des plantations (> 20-30m³/ha/an) ;**
- **La masse volumique du bois à une humidité donnée (> 0,5 anhydre) ;**
- **Le Pouvoir Calorifique Interne du bois (PCI).**

Chacun de ces critères est lié à une logique économique qui impacte fortement la rentabilité du projet d'approvisionnement de la centrale. Selon ces trois critères, une analyse permet la sélection ou non de certaines espèces :

- (1) **Un niveau élevé de productivité des plantations (> 20-30m³/ha/an)** => Une plantation à croissance lente est forcément plus chère puisqu'elle demande un suivi sur un plus long terme, des étapes d'entretien en vert plus nombreuses, elle fige le foncier plus longtemps et donc nécessite de plus grandes surfaces à aménager pour un même objectif de volume annuel. Une plantation avec des espèces à croissance trop lente va entraîner un surcoût au niveau des travaux en vert, notamment sur le contrôle des adventices sur plusieurs années au démarrage jusqu'à ce que la couverture des houppiers de la plantation et la production de litière soient suffisantes pour un autocontrôle du sous-bois. Toutefois :

=> Les seuils de productivité acceptables dépendent de l'activité mise en place, du type d'entreprise opérant, des objectifs sous-tendus de la plantation et de ses co-bénéfices visés : *ainsi une ferme agricole qui vise une diversification de ses revenus, une amélioration de la productivité de son cheptel par l'apport d'ombrage et un complément de revenu par la vente de bois aura nécessairement des exigences différentes d'une entreprise forestière gérant des plantations dédiées ;*

=> Le contrôle des adventices ou plantes concurrentes peut se retrouver facilité en contexte agricole : *soit parce qu'il est géré de manière passive par le pâturage et/ou parce que des espèces de couverture (pouvant être améliorante du sol et de la ration) ont été implantées pour contrôler ce paramètre.*

- (2) **La masse volumique du bois à une humidité donnée (> 0,5 anhydre)** => Une masse volumique ou une densité doivent toujours s'exprimer en fonction d'un niveau d'humidité du bois. Les densités seront généralement fournies dans ce rapport pour un état anhydre. La densité ou la masse volumique du bois est une donnée fondamentale et essentielle sur le plan pratique. D'une part elle témoigne de la quantité de matière par unité de volume, donc également du pouvoir calorifique par unité de volume que l'on valorise. D'autre part elle conditionne économiquement l'efficacité de toute la chaîne logistique (productivité des appareils d'abattage, transport, convoyage...) :

=> Certaines espèces, notamment les natives, à contrario de l'Eucalyptus, n'ont que très partiellement fait l'objet de recherche et sélection génétique approfondies. Ainsi de nombreuses espèces natives pourtant à croissance rapide pourraient perdre de l'intérêt pour les industriels du fait de leur faible densité : *c'est l'exemple du Parica qui est de densité naturelle insuffisante car inférieure à 0,5, mais in fine le travail de sélection aurait permis de produire des clones de densité supérieure à 0,6 au Brésil ; ou un autre exemple sur le Simaruba qui a exprimé un excellent potentiel en croissance selon les retours d'expériences en Guyane mais semble fournir une matière de densité trop faible.*

(3) **Le Pouvoir Calorifique Interne du bois (PCI)** => Le pouvoir calorifique est la quantité de chaleur dégagée par la combustion complète d'un corps, valeur exprimée en MJ/kg. L'ensemble des produits ligno-cellulosiques issus de la biomasse ligneuse ont sensiblement le même pouvoir calorifique. Que le bois soit plus ou moins dense, sa valeur calorifique vaut approximativement 18,4 MJ par kilo de matière anhydre. Toutefois :

=> En reliant cette valeur à la densité du bois et à des inventaires forestiers il est alors possible d'estimer le stock énergétique potentiel d'un massif : *ainsi plus l'essence a une faible densité et/ou une faible croissance, plus le stock énergétique par hectare sera faible ;*

=> Certaines espèces, par la présence de résines inflammables ou par la qualité de leur fibre, sont de bien meilleurs combustibles : *il est donc important de corriger les valeurs de PCI pour chaque essence en fonction de leur provenance et de leur station forestière.*

IV. SYLVICULTURE

La sylviculture est l'ensemble des techniques permettant la création et l'exploitation rationnelle des forêts tout en assurant leur conservation et leur régénération. Elle permet la mise en valeur d'une forêt ou d'un boisement pour en obtenir un bénéfice économique et/ou certains services bénéfiques à la société (approche multifonctionnelle).

L'arbre en est l'élément principal, et sera destiné à une utilisation en bois d'œuvre ou en bois énergie dans les cas abordés ci-après. La sylviculture s'applique aussi bien à une forêt « naturelle » qu'à une forêt plantée. La sylviculture va marquer le trait de caractère donné à la forêt, on parle d'un régime (futaie/taillis) pour déterminer l'origine des arbres (semence ou rejet) et de traitement qui s'attache à l'action qui aura son influence sur les classes d'âges (régulières, irrégulières, courtes rotations...). On parle de sylviculture dynamique ou interventionniste à contrario d'une sylviculture passive.

1. PRODUCTION DE BOIS D'ŒUVRE ET PRODUCTION DE BOIS ENERGIE

➤ INTRODUCTION

L'étude bibliographique portée par l'AFD et le CIRAD (Piketty et al, 2011), traitant du sujet de la production de charbon de bois pour la sidérurgie en Amazonie brésilienne et l'amélioration du bilan environnemental de cette activité en prenant un cas d'étude sur le pôle de Carajas, a constitué une première source d'informations intéressantes sur les expériences acquises au Brésil.

De nombreuses études Brésiliennes montrent qu'il existe des espèces natives avec un réel potentiel pour la production de bois d'œuvre et d'autres utilisations dont le bois-énergie au Brésil (Butterfield, 1990 ; Butterfield et Fisher, 1994 ; Butterfield et Espinoza, 1995 ; Nichols, 1994 ; Montagnini et al., 1995 ; Haggart et al., 1998 ; Piotto et al., 2003a).

Toutefois une évaluation précise du potentiel des espèces forestières de boisement/reboisement pour la production de biomasse est difficile à réaliser car les informations sur les caractéristiques de ces espèces sont encore très fragmentaires, de nombreuses espèces n'étant pour le moment qu'à l'état d'expérimentation et d'étude.

➤ PROBLEMATIQUE

Le choix des essences est primordial pour l’approvisionnement d’une filière. Il s’agit en effet de calculer la rentabilité des installations nécessaires pour la transformation du bois. Dans le cadre d’une vocation mixte, quels sont les critères à retenir ? Quelles sont les essences favorables aux deux débouchés ?

➤ SOLUTIONS

Sources d’approvisionnement des filières

Les différentes visites (Amapa, Para, Sao-Paulo) réalisées et plus précisément dans le municiple de Paragominas (Etat du Para, Brésil), ont montré le fort intérêt des sylviculteurs et des sylvopastoralistes pour les plantations de bois à croissance rapide, dédiées à l’industrie du bois. Des usines de déroulage, de fabrication d’aggloméré, de contreplaqué, de lamelles existent sur le territoire du Municiple.

La plus part des bois d’œuvre sont extraits de la forêt naturelle sur des schémas équivalents à la Guyane. Le marché des plantations à vocation bois d’œuvre est naissant et très faiblement représentatif comparativement à la production des filières précitées.

Par ailleurs, de manière générale, les rémanents d’exploitation de l’ensemble des sites visités sont restitués au sol, alors qu’en Europe ou sur le continent Nord Américain ils sont la première ressource des filières biomasse énergie.

De nombreuses espèces forestières plantées peuvent servir la production de bois d’œuvre, mais entrent prioritairement dans l’approvisionnement de filières industrielles sur des cycles de production courts (contre plaqués, papier, énergie...).

En Amazonie brésilienne, les **espèces natives** les plus plantées, pouvant avoir **double vocation bois d’œuvre ou biomasse** sont :

- Parica – *Schizolobium amazonicum*
- Guanandi - *Calophyllum brasiliense*
- Tachi-Branco (Diaguidia) – *Sclerolobium paniculatum* ou *Tachigali melinoii*
- Simaruba – *Simaruba amara* (plus spécifiquement en Colombie)

En Amazonie brésilienne, les **espèces exotiques** les plus plantées, pouvant avoir **double vocation bois d’œuvre ou biomasse** sont :

- Eucalyptus sp.
- Acacia - *Acacia Mangium*
- Pins sp.

En Amazonie brésilienne, les **espèces exotiques de bois d’œuvre** les plus plantées, ayant un **objectif unique de production de bois d’œuvre** sont :

- Teck – *Tectonis grandis*
- Mahogany Africain (Mogno) – *Swietenia ivorensis*

Le Mogno africano, exemple de plantation à vocation mixte

Sur Paragominas les pépinières semblent fortement promouvoir trois espèces majeures : le Mogno Africano, l’Eucalyptus et le Parica. L’une des principales pépinières du secteur promeut également le Teck.

Le Parica et le Diaguidia (Tachigali melinonii ou Tachi Branco) ont été rencontrées uniquement sur des cycles courts pour la production de biomasse, leur plantation pour production de bois d'œuvre reste intéressante, mais à tester.

In fine, l'essence phare dans l'Etat du Para est le Mogno africano qui connaît actuellement un fort développement.

Les schémas cultureux développés par les pépinières permettraient de produire de la biomasse pour l'énergie à 10 ans grâce à l'utilisation des éclaircies et à 15 ans par valorisation des rémanents et des connexes du sciage, tout en produisant un volume intéressant de bois d'œuvre à haute valeur ajoutée sur des cycles de durée moyenne de 15 ans.

Par ailleurs cette espèce semble intéressante pour le bouturage comme le montre le comparatif de la photo ci-contre.



Source : SIMA-PECAT & H2E – Petit essai comparatif entre germination (à gauche) et bouturage (à droite) sur le Mogno – Pépinière de DACKO Paragominas.

Année	Nombre de plants par hectare	Nombre de plants coupés	Production (m ³)	Destination prioritaire de la matière
1 an	400 (5x5)			
10 ans	380*	190	94**	Biomasse
15 ans	190	190	210**	Œuvre + Biomasse
TOTAL	-	380	304**	

* Mortalité estimée à 5%.

** En plantation irriguée il est estimé une augmentation de 30% de la production.

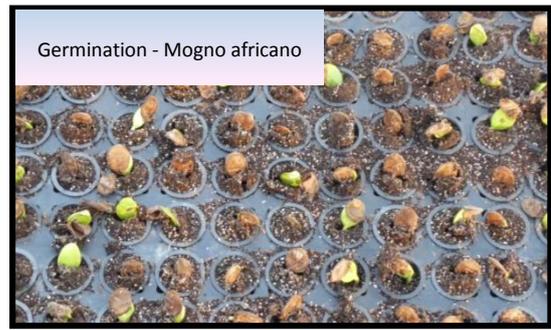
Source : Pépinière DACKO - Paragominas

Les pépinières ont développé des supports de communication axés sur l'analyse des coûts et le retour sur investissement, ces derniers mettent en avant la culture de Mogno.

	Production par hectare	Prix de vente 2013	Coût de la plantation	Rémunération globale par cycle	Revenu par ha et par an
Mogno Africano	304 m ³ à 15 ans (Soit)	1 506,95	109 099,00 Rs	458 114,63 Rs	23 267,70 Rs
Eucaliptus	400 m ³ à 13 ans	Dépend de l'utilisation	2 490,00 Rs	Dépend de l'utilisation	De 1 144,25 à 3 461,53 Rs
Parica	203 m ³ à 7 ans	120,00	5 500,00 Rs	24 360,00 Rs	2 694,28 Rs
Canne	90 tonnes/an	54,00	3 690,00 Rs	4 860,00 Rs	1 170,00 Rs
Soja	50 sacs de 50kg	55,00	1 750,00 Rs	2 750,00 Rs	1 000,00 Rs
Maïs	150 sacs de 50kg	27,00	3 200,00 Rs	4 050,00 Rs	850,00 Rs

Rs = Réis ; Les prix ne sont pas convertis volontairement en euros pour éviter d'induire en erreur le lecteur sur la réalité des coûts de production en Guyane qui sont à adapter.

Source : Pépinière DACKO - Paragominas



Source : SIMA-PECAT & H2E – Germination et production de plantules de la pépinière DACKO à Paragominas, exemple de plantation à 8 ans et des résultats d'exploitation à 15 ans.

➤ SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS SUR LES PLANTATIONS A VOCATIONS MIXTES

Type de production	Principe général et objectif visé.	Analyse stratégique simplifiée et Conclusions
RAPPEL DE L'OBJECTIF => Production de bois d'œuvre par plantations et co-valorisation de biomasse (éclaircies – rémanents – connexes)		
<p>Plantations de Bois d'œuvre et valorisation des déchets d'exploitation</p> <p>-> Eclaircies, rémanents, fûts non conformes, souches...</p>	<ul style="list-style-type: none"> • C'est une activité en plein développement dans les pays forestiers développés (Canada, France, Pays Nordiques...). • L'objectif est de valoriser les rémanents d'exploitation forestière : éclaircies, houppiers, branches, fûts non conformes, souches... • Cette ressource biomasse est d'ailleurs le pilier originel de développement des filières biomasses dans les pays Européens et Nord Américains. • La recherche pousse aujourd'hui fortement soit dans l'organisation du travail et l'innovation technologique, soit dans la question du maintien de la fertilité car l'activité prive les sols forestiers d'une grande quantité de matière organique. 	<p>En Guyane aucune filière forestière boisement d'œuvre n'existe aujourd'hui, donc aucune possibilité de filière et d'approvisionnement en l'état.</p> <p>La plupart des plantations Brésiliennes sont à courte rotation (pâte à papier et charbon) et les rémanents sont généralement restitués à la parcelle. Les connexes de scierie sont également très souvent utilisés pour produire du charbon.</p> <p>La mission au Brésil a identifié de nombreuses essences clés à tester en conditions Guyanaises pour la production mixte de bois d'œuvre et de biomasse énergie.</p> <p>Une espèce clé semble apporter satisfaction au marché Brésilien, c'est le Mahogany Africain. D'autres espèces ont été identifiées notamment pour des usages observés en Colombie comme avec <i>Gmelina arborea</i> ou au Costa Rica avec <i>Cordia allodora</i>.</p> <p>La Sylviculture de ces essences permettrait un approvisionnement mixte des filières bois d'œuvre et bois énergie en Guyane.</p>
<p>Plantations de Bois d'œuvre et valorisation des déchets de sciages</p> <p>-> connexes de scierie (dosses, planches non conformes, sciure...)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cette activité vient dans la logique continuité de l'activité précédente. Comme expliqué dans le rapport d'étude 1 les déchets de sciages sont importants par mètre cube produit. • Les connexes des scieries de Guyane intègrent déjà pour grande partie une filière d'approvisionnement biomasse, seule l'augmentation des volumes sciés annuels peut permettre d'envisager des potentiels d'approvisionnement vers des centrales biomasses. • L'augmentation de ces potentiels en sciage peut venir d'une augmentation du prélèvement en forêt exploitée, mais pourrait également venir d'un développement de la filière bois d'œuvre plantation mais seulement à moyen/long terme. 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">Sources photos : SIMA-PECAT & H2E Graines de Mogno d'Afrique et Semencier sélectionné pour sa taille supérieure.</p>

Le Brésil privilégie des essences à courte rotation pour approvisionner des filières telles que la production de contreplaqué, papier et énergie. La filière bois d'œuvre destinée à la construction et à l'ameublement reste essentiellement approvisionnée à partir de massifs forestiers naturels dits primaires.

Le Mogno Africano au Brésil, ou le Gmelina arborea en Colombie, ou le Cordia alliodora au Costa Rica... trois essences exotiques qui semblent pouvoir fortement s'adapter à la Guyane. Ces essences présentent l'intérêt d'utilisation en plantation visant une vocation double de production biomasse énergie (en deux temps voir trois temps – éclaircies + rémanents d'abattage + connexes de sciage) et de bois d'œuvre en fin de cycle.

En Guyane la sylviculture est actuellement passive et s'opère à partir de forêts naturelles/primaires. Aujourd'hui aucune filière de Guyane n'est développée sur un produit permettant de faire des rotations courtes, pour lesquelles la sylviculture par plantation prend tout son intérêt tant sur le plan économique que sur la qualité du matériel forestier fourni.

Quatre axes méritent d'être approfondis :

- Affiner les connaissances sur les densités des essences locales guyanaises, leurs vitesses de croissance et les possibilités d'amélioration par la sélection génétique ;
- Affiner la corrélation entre les essences natives, leur PCI et leur provenance ;
- Développer des essais pilotes sur des essences natives et/ou des essais d'introduction ;
- Un travail d'ingénierie économique, s'appuyant sur les essais menés, et visant notamment à vérifier les seuils de rentabilité des itinéraires techniques en fonction des essences...

2. PRODUCTION DEDIEE DE BOIS ENERGIE

➤ INTRODUCTION

L'approvisionnement des centrales peut aussi se reposer sur une filière sylvicole dédiée au bois énergie. De nombreuses espèces à croissance rapide, notamment des essences amazoniennes comme le Parica ou le Diaguidia (Tachi Branco) sont intéressantes pour la production de bois d'œuvre mais sont actuellement utilisées dans le cadre de plantations à courtes rotations (5 à 8 ans) à des fins industrielles. L'Eucalyptus reste néanmoins le numéro un toute catégorie en termes de productivité de biomasse.

➤ PROBLEMATIQUE

Quels sont les espèces et les critères recherchés pour favoriser des plantations strictement dédiées en bois énergie ?

➤ SOLUTIONS SUR LE TACHI BRANCO

Potentiel des plantations de Tachi Branco pour le bois énergie

Depuis les années 80, des suivis de croissance et des expérimentations ont été menées sur le Tachi Branco, considéré par certains auteurs brésiliens comme l'espèce alternative à l'Eucalyptus pour la production de bois énergie en Amazonie.

C'est une essence Amazonienne, héliophile, à croissance rapide pouvant atteindre 38.8m³/ha/an (Brienza, Yared, non publié), fixatrice d'azote et à croissance apicale, mais qui ne rejette pas après la coupe. La masse volumique (0,6 g/cm³) et le PCI du bois (4580 kcal/kg) sont très légèrement inférieurs à la moyenne d'un Eucalyptus *urograndis* (Rogerio et al.), mais cette essence n'a pas encore bénéficié du même effort de sélection génétique. Pour la production de biomasse, une rotation de 5 à 10 ans est recommandée (Martinotto, 2006).

Le rapport AFD précise en ce sens que le Tachi Branco et le Parica présentent des taux de productivité ou des densités de bois assez inférieurs à ceux des espèces exotiques, ce qui les pénalise. De plus, la productivité et les conditions de production de ces espèces sont encore mal connues et des recherches importantes sont nécessaires pour estimer plus rigoureusement leur potentiel. En effet, les plantations existantes à l'heure actuelle sont au stade expérimental pour la plupart, et les travaux de sélection génétique n'ont pas permis la diffusion de matériel de qualité supérieure pour engendrer un changement de pratiques des sylviculteurs.

Il convient donc de suivre les résultats des expérimentations sur ces espèces par l'Embrapa, de suivre les productions de nouveaux cultivars par sélection génétique et hybridation, et de pouvoir porter un essai pilote en conditions Guyanaises en partenariat avec les services Brésiliens. Le Parica et le Tachi Branco sont une opportunité envisageable pour la production de biomasse pour des centrales thermiques en Guyane. Le Tachi Branco semble tout de même plus adapté que le Parica étant donné sa densité et son PCI plus élevés.

Exemples illustrés d'essais du Tachi Branco à Jari

Sur le Tachi Branco, l'Embrapa porte actuellement des essais pilotes sur plusieurs sites, et notamment sur les terrains de JARI cellulose. Les entreprises de JARI utilisaient initialement les déchets d'usine pour alimenter une centrale biomasse afin de générer d'une part de l'électricité en complément du barrage sur le fleuve JARI et de la chaleur pour le fonctionnement de l'usine et le séchage du bois.

Aujourd'hui l'entreprise réoriente sa production vers la cellulose soluble qui ne produit quasiment aucun déchet en usine, de fait un complément en production de biomasse doit être développé pour continuer à faire tourner la centrale. C'est ainsi qu'a été mis en place un programme de recherche sur le Tachi Branco avec l'Embrapa pour évaluer les possibilités de production de la biomasse énergie à partir d'une essence locale.

Sur les sites visités à Jari, les résultats de croissance sont pour le moment bien largement inférieurs aux résultats obtenus avec Eucalyptus. L'essai semble avoir été mal conduit sur les premières phases de l'installation de l'arbre. L'élagage de cette essence ne semblant pas être naturel (ou perturbé ?), il a tendance à faire des fourches basses (cf. photo ci-dessous). Il aurait probablement fallu élaguer manuellement les arbres, dans les premiers stades de développement, pour sélectionner le brin le plus vigoureux. Ainsi, l'arbre serait conforté dans sa croissance verticale et la compétition pour l'espace serait limitée, augmentant ainsi les potentiels en croissance du peuplement.

Une autre hypothèse pourrait tenir dans le faite d'attaques d'insectes, types foreuses ou borers, sur les bourgeons apicaux faisant alors fourcher les arbres dans leurs premiers stades d'installation.

Les essais rencontrés sur JARI ne reflètent pas le potentiel de cette essence. En effet, d'après les photos et rapports envoyés par M. Gonçalves (Embrapa), il a été confirmé le fait que le Tachi-Branco a un fort potentiel et que son développement dépend des conditions de sylviculture et de l'itinéraire suivi (cf. photo ci-dessous).

Quoi qu'il en soit la plantation de Tachi Branco est encore au stade d'essai pilote et n'a pas le recul existant sur l'Eucalyptus. Il en ressort aussi, au vu de la comparaison des deux itinéraires techniques que le Tachi Branco risque de demander un peu plus de travaux que la culture d'Eucalyptus, et de produire moins par hectares plantés, donc un coût à la tonne produite supérieur.

Conclusion sur le Tachi Branco : Le Tachi Branco et le Parica sont des essences très intéressantes pour la plantation de bois énergie en essences locales. De croissance rapide elles ont cependant une densité plus faible ce qui les rend moins intéressantes que l'Eucalyptus. De nombreux essais existent au Brésil mais ne permettent pas aujourd'hui de préconiser un itinéraire technique. Des essais pilotes devraient être mise en place en Guyane pour tester et définir un mode de gestion. Une orientation vers une plantation ayant un entretien régulier serait à tester.



Source : SIMA-PECAT & H2E – essai de Tachi Branco Monte Durado (Para)



Source : Delman Gonçalves (Embrapa) - Spécimens de tachi-Branco de 9 ans.

➤ SOLUTIONS SUR L'EUCALYPTUS

Potentiel de plantation d'Eucalyptus à vocation bois énergie

La plupart des plantations forestières à courtes rotations vues au Brésil concernent majoritairement l'usage des Eucalyptus sur des cycles pouvant varier de 5 à 7 ans (dépend de l'utilisation finale du bois) destinés à l'industrie du papier et des contreplaqués. Toutefois les besoins en biomasse énergie Européens et Nord Américains, mais également Brésiliens, semblent tracer les voies de nouveaux marchés suffisamment attractifs.

La recherche est aujourd'hui bien plus portée par les instituts internes aux grands groupes papetiers que par les centres de recherche nationaux. Les itinéraires techniques varient peu d'un industriel à l'autre, profitant d'un background sur le développement technique de la culture de l'Eucalyptus de plus de 100 ans.

Ainsi IPB (International Paper Brasil) publiait en 2012 une synthèse sur l'ensemble des essais passés d'écartements et de densités traitant à la fois du volet technique, du volet forestier, mais également du volet environnemental et économique, ces derniers ayant sévèrement manqués aux essais menés dans les années 80s et 90s par le CTFT puis le CIRAD-forêt en Guyane. C'est ainsi qu'en Guyane, les conclusions des essais d'écartements préconisaient une plantation très serrée (1m x 1m ou 2m x 2m) sur des rotations courtes de 1 à 3 ans, sur la base du simple argumentaire du volume de bois produit par hectare. Alors que la pratique des autres pays d'Amérique du Sud, mais la règle vaut également pour l'Europe, préconisent aujourd'hui une plantation moins dense (plutôt du 2,5-3m x 2,5-3 m) avec des rotations de 5 à 6 ans.

Toutefois des itinéraires complexes peuvent être développés comme il a été rencontré à AMCEL, avec une plantation initiale classique visant l'alimentation du marché industriel conventionnel (papier...), dont les souches après coupe à blanc sont laissées à rejeter, puis 2 à 3 brins vigoureux sont gardés et repoussent pendant deux ans pour la récolte de plaquette énergie par des broyeuses récolteuses.



Source : SIMA-PECAT & H2E – En arrière plan une plantation d'Eucalyptus à 5 ans sur un itinéraire cultural conventionnel et au premier plan la sélection des rejets de souche après coupe à blanc quelques semaines après abattage.

Aujourd'hui la recherche ne s'oriente plus vers une augmentation des rendements par hectare, le seuil extrême semblant avoir été atteint, mais s'oriente plutôt vers :

- la sélection variétale et la recherche génétique pour obtenir des variétés avec une plus forte densité ;
- la sélection variétale et la recherche génétique pour obtenir des meilleurs rendements de conversion et donc réduire la consommation en fertilisants et en eau ;
- l'association forestière, pour limiter la dépendance aux fertilisants, tout en conservant un rendement intéressant.

Sur ce dernier volet, l'équipe du CIRAD de M. Bouillet de M. Laclau, travaillent sur le site expérimental de l'université de l'ESALQ dans l'état de Sao Paulo. Ainsi des Acacias *mangium*, fabacée fixant l'azote atmosphérique et permettant d'enrichir des sols pauvres en azote, ont été plantés de manière mixte aux Eucalyptus, leur impact sur le sol et sur les rendements sont actuellement suivis et à l'étude.



Source : SIMA-PECAT & H2E – Fosse pédologique de 17 mètres de profondeur pour le suivi des paramètres de sols dans une plantation avancée Eucalyptus/Acacia - Jeune plantation mixte de l'année sur le site de l'université de l'ESALQ.

Toutefois des Acacias *mangium* ont également été retrouvés de manière ponctuelle sur les terrains d'AMCEL et de JARI, mais semblent plutôt être des reliquats d'expérimentations antérieures devenus une contrainte car pénétrant et polluant les jeunes plantations d'Eucalyptus. Affirmation unanime des deux groupes allant dans le sens du rapport 2014 de la DEAL d'une utilisation proscrite de cette espèce en contexte Guyanais.

Les plantations d'Eucalyptus sont gérées selon des itinéraires très rigoureux et relativement similaires par les différentes entreprises. Ces itinéraires sont quasi transposables à ceux du Parica et du Tachi Branco, et seront ici considérés comme itinéraire de référence.

Itinéraire technique de plantation d'eucalyptus à vocation de production de biomasse

Les entreprises AMCEL et JARI pratiquent la plantation industrielle d'Eucalyptus à grande échelle en monoculture, sur des terres appartenant à l'entreprise, pour la production de copeaux / de cellulose pour l'industrie papetière et du contreplaqué. Elles ont un fonctionnement global similaire :

- pépinière internalisée ;
- protocole de préparation des plants à partir de boutures sur plants-mères (les « matrices ») ;
- itinéraires culturaux intensifs, totalement mécanisés, avec une gestion majoritairement chimique des amendements et de la lutte phytosanitaire (principalement des herbicides) ;
- des cycles de production sur 5 à 6 ans ;
- monoproduction intensive labellisée FSC ...

Le pôle recherche-développement est très actif pour la création et la sélection clonale, et les parcs d'expérimentation peuvent représenter plusieurs dizaines voir centaines d'hectares. Le pôle R&D est également présent pour le contrôle qualité des plantations notamment en suivant l'ensemble des étapes de préparation des terrains, de plantation, d'amendement... Les technologies de pointe sont utilisées pour la gestion de la plantation : analyses de sols régulières, analyses foliaires régulières, contrôle qualité du bois...

Les schémas d'exploitation sont hautement mécanisés que ce soit pour le travail et l'amendement du sol ou pour la coupe des arbres à maturité. L'abattage des bois est réalisé avec des abatteuses forestières 24 heures sur 24 heures. De même la logistique de transport est hautement optimisée par le suivi SIG en temps réel également 24 heures sur 24 heures.

Défriche et préparation du terrain :

Elle est réalisée avec différentes techniques en fin de saison sèche (novembre-décembre). La parcelle peut être préparée et plantée au cours de la saison des pluies ou mise en andain et laissée jusqu'en mai. La technique du « Correntão », grosse chaîne métallique trainée par deux bulldozers permettant de coucher et déraciner les arbres, est très appréciée car très rapide à mettre en œuvre et très économique. Effectivement cette technique permet sur terrain plat et sec de mettre en valeur entre 35 et 80 ha par jour selon la hauteur et la grosseur de la friche. Les bulldozers effectuent deux passages, aller et rebrousse poil, puis la matière végétale est andainée à la pelle en bordure de parcelle où elle se décompose progressivement.



Source : IBAMA – Exemple de défriche par Correntão.

Préparation du sol avant plantation des eucalyptus :

Le sol est de type latéritique massif argileux sur les parcelles d'AMCEL à argilo-sableux en surface sur les parcelles de JARI. Les sols, fortement compactés, influent grandement sur la productivité des parcelles (en effet, le volume de bois produit dépend du volume de sol accessible par les racines).

Ainsi, le terrain est défriché/gyrobroyé puis décompacté par une sous-soleuse en profondeur (80 à 100 cm). Ces techniques sont concordantes avec les rapports d'étude et les préconisations de l'INRA dans les années 90s concernant la mise en valeur des terrains de la plaine littorale Guyanaise. Pour décompacter un plus grand volume de sol, les lignes de plantations sont décalées d'un cycle à l'autre (décompactage de l'interligne) entraînant une amélioration progressive de la capacité des sols et des résultats en volume de bois.

La sous-soleuse permet de manière simultanée de décompacter le sol, d'apporter des engrais racinaires en profondeur et de billonner pour la plantation. L'amendement initial est constitué d'engrais NPK en surface et de chaux (environ 1,5 tonnes de Chaux 55u par hectare).



Source : SIMA-PECAT & H2e – Préparation des terrains sur les plantations de JARI.

Pépinière :

Les clones sont produits par bouturage à partir de plants-mères («la matrice»), cultivés par hydroponie sur sable de rivière pendant maximum 4 ans. Au prélèvement de la bouture, les feuilles sont découpées pour limiter l'évapotranspiration et le stress hydrique.

Après bouturage en tubette dans un substrat adapté (fibre de coco + vermiculite + cosses de riz carbonisées + osmocote 18-5-9) les boutures d'Eucalyptus sont mises en serre d'enracinement à fort ombrage sous atmosphère et humidité contrôlée pendant 20 jours, puis en serre d'acclimatation pendant 15 jours, et enfin en plein soleil avec irrigation jusqu'à la plantation. Le délai total avant plantation est de 90 à 120 jours selon la saison (les plants doivent être plus résistants s'ils sont plantés en saison sèche, donc un peu plus âgés).



Source : SIMA-PECAT & H2E – Fonctionnement de la pépinière de Jari.

Plantation et suivi :

Les Eucalyptus sont plantés manuellement par un planteur équipé d'une planteuse manuelle adaptée du principe de la pelle brésilienne.

Un bon opérateur est capable de planter environ 1 ha / jour sur un espacement de 2.5m x 2.5m cela représente environ 1600 plants par jour.

Si la plantation a lieu en été, des billes d'hydrogel sont ajoutées en profondeur sous la plantule pour permettre une réserve d'eau suffisante pour le développement initiale de l'arbre.

Les arbres sont ensuite amendés régulièrement avec des dosages d'engrais NPK plus compléments minéraux adaptés aux résultats des analyses de sol.

Durant la première année, un désherbage chimique est réalisé (Glyphosate). Les entretiens suivants sont effectués selon les besoins.



Source : SIMA-PECAT & H2E – Plantations d'Eucalyptus à JARI et entretiens.

Le développement des eucalyptus est suivi par des analyses foliaires (détection des carences) à 1.5 ou 2 ans pour adapter/ajuster les apports d'engrais et par des mesures de croissance (hauteur, diamètre). Les résultats de croissance (volume) des arbres sont comparés avec les courbes de référence de chaque clone.

Exploitation – coupe des arbres :

Les eucalyptus sont coupés à 5-6 ans. AMCEL loue les machines de coupe et forme son personnel à la conduite des engins. La coupe des arbres est effectuée 24h sur 24h. Les arbres sont coupés via des Harvester de chez Komatsu qui écorcent, billonnent et empilent les bois en tronçons de 5-6 mètres.

Les camions grumiers circulent également 24h sur 24h pour transporter les bois des parcelles à l'usine de Santarem, qui fonctionne également en continu. Les camions grumiers ont trois remorques supplémentaires attelées, ce qui leur permet approximativement de transporter entre 65 et 90 m3 de bois par convoi, soit au-dessus des autorisations maximales de charge existantes en Guyane.



Source : SIMA-PECAT & H2E – Exploitation à l'Abatteuse KOMATSU, empilage de bois bord de parcelle et transport sur route avec grumier attelé de 3 remorques avec ranchers.

Stratégie de gestion de la plantation Eucalyptus d'Amcel

A AMCEL, qui exploite des sols plus contraignants que JARI (très compactés, acides, pauvres en matière organique), l'accent est mis sur l'adaptation des clones et des amendements aux capacités du sol. Les clones les plus performants sont implantés sur les meilleurs sols, où ils pourront exprimer au mieux leur potentiel et répondre de façon significative aux amendements pratiqués. Sur les sols moyens à mauvais sont implantés des clones plus rustiques, moins productifs et présentant une réponse moins significative aux amendements.

Cette gestion différenciée selon les qualités des sols permet à l'entreprise de réaliser des économies sur les intrants, tout en valorisant au maximum l'espace disponible. Même si chaque lot de 50 ha est constitué du même clone, il est capital pour l'entreprise de disposer d'un panel de clones en plantation, et de faire évoluer en permanence la recherche de nouvelles variétés, car le jeu de la concurrence est rude sur ce marché ouvert à l'international.

Conclusion sur l'Eucalyptus : L'Eucalyptus, reste l'essence privilégiée pour la plantation au Brésil, notamment pour le bois énergie. Les itinéraires techniques mis en œuvre sont différents de ceux préconisés par les instituts français de Guyane par le passé. Cependant, les rendements sont maximaux. Des essais de plantation mixte Eucalyptus/Acacia mangium sont en cours au Brésil, mais le caractère invasif de l'Acacia mangium remet en question cette voie. L'Eucalyptus a fait l'objet de nombreuses sélections génétiques, le niveau d'équipement technique et matériel de deux grands industriels de la plantation d'Eucalyptus est très perfectionné et les itinéraires techniques sont rodés et performants. Bien que les plantations d'Eucalyptus aient montré leur intérêt et notamment leur rendement, il s'agit néanmoins d'une essence exotique.

➤ SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS SUR LES PLANTATIONS BOIS ENERGIE

Type de production	Principe général et objectif visé.	Analyse stratégique simplifiée et Conclusions
RAPPEL DE L'OBJECTIF => Plantation dédiée d'essence à croissance rapide pour la production de biomasse.		
<p>Plantations à courtes rotations, TCR, TCCR</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La particularité des plantations à courtes rotations et des TCR est que la révolution (périodicité des coupes de taillis) est très fortement raccourcie : 4 à 8 ans. • Le taillis est un peuplement d'arbres issu de la reproduction asexuée ou reproduction végétative par rejets depuis la souche. • Le but de ces schémas de boisements est de produire le maximum de biomasse en un minimum de temps. • Les essences employées doivent alors présenter une vitesse de croissance exceptionnelle. • Il existe également des taillis à très courte rotation (TCCR) pour lesquels la révolution est réduite à l'extrême : 1 à 3 ans. • Le schéma plantation courte rotation et TCCR en suivant est également envisageable, avec des possibles vocations différentes des deux productions (papier puis biomasse par exemple). 	<p>Plusieurs expériences passées ont apporté leurs conclusions en Guyane, cependant la recherche tant publique que privée dans ce domaine est au point mort depuis plusieurs années et semble avoir accumulé un énorme retard comparativement à la situation des états voisins.</p> <p>L'Eucalyptus semble l'espèce incontournable dans le cadre d'une activité industrielle de production de biomasse.</p> <p>D'autres essences locales montrent de forts atouts, mais un gros travail d'expérimentation en conditions Guyanaises et un gros travail de sélection variétale s'impose pour rendre ces essences compétitives avec l'Eucalyptus.</p>
<p>Plantations longues dédiées – Plantations semi-dédiées.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Nous définissons les plantations dédiées biomasse longues par la durée du cycle de coupe qui est de 8 ans ou plus, en opposition aux plantations à courtes rotations. • Les objectifs sont souvent les mêmes (production d'une grande quantité de matière en peu de temps, souvent moins de 12 ans) avec des techniques souvent similaires (densité de semis importante...). • La plantation semi-dédiée biomasse se distingue par la mise en œuvre dans la parcelle de plantations de lignes dédiées biomasse en alternance avec les lignes dédiées bois d'œuvre • Ces itinéraires semblent plus sérieux sur des essences locales (type Simarouba, Mahogany...), alors que les plantations courtes rotations semblent plus adaptées à des espèces sélectionnées par des industriels (type Eucalyptus, Tachi-Branco, Parica...) 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Sources : SIMA-PECAT & H2E – Site industriel d'AMCEL à Santarem, poste de broyage et quai de convoyage.</p>

Le Brésil bénéficie d'un recul intéressant sur ses itinéraires techniques. Le choix de l'Eucalyptus y est prédominant dans la plus part des filières de valorisation, et notamment pour la biomasse énergie.

Cependant, ce choix pour la Guyane pourrait avoir des conséquences environnementales qu'il ne faut pas négliger. Ces impacts doivent être comparés à ceux d'une essence locale.

Il faudrait voir dans quelles mesures le choix de l'Eucalyptus est pertinent en Guyane.

3. CONCLUSIONS SUR LA SYLVICULTURE

Au Brésil, des essences exotiques sont utilisées pour des plantations à vocation mixte bois d'œuvre et bois énergie. Le Mogno Africano est particulièrement adapté et semble faire pleinement ses preuves. D'autres essences, non rencontrées pendant la mission, mais retenues par la bibliographie Sud Américaine, semblent avoir les mêmes atouts (*Gemlina arborea*, *Cordia allodora*...)

Pour le bois énergie, l'Eucalyptus est mis en avant comme l'essence de prédilection. Trois des grands avantages de l'Eucalyptus sont son adaptation à des conditions de productions (sol et climat) très diverses, son bouturage facile, et le fait qu'il soit bien adapté à la culture en taillis. Cependant, le Brésil, contrairement à la Guyane, a la particularité d'avoir de nombreux débouchés pour les productions de bois d'Eucalyptus (filière papetière, contreplaqué, pulpes, œuvre...). Il est nécessaire d'évaluer la pertinence de la mise en place de plantations d'Eucalyptus en Guyane.

D'autres essences natives pourraient être utilisées en plantations mixtes ou dédiées, mais les essais encore récents ne permettent que peu de recul. Aujourd'hui, il n'y a que peu de sélection génétique du matériel forestier permettant une optimisation des rendements, des efforts sont à prioriser sur le Tachi Branco.

Des essais devraient être développés pour améliorer les connaissances et les itinéraires techniques applicables en Guyane.

V. AGROFORESTERIE

L'agroforesterie désigne l'association d'arbres et de cultures ou d'animaux sur une même parcelle agricole. Les combinaisons peuvent être diverses. On distingue trois grands modes d'agroforesterie :

- **Le sylvopastoralisme** qui associe une production animale (élevage) à la sylviculture ;
- **L'agrosylviculture** qui associe une production végétale (cultures) à la sylviculture ;
- **L'agrosylvopastoralisme** qui combine productions animale, végétale et la sylviculture.

Au Brésil les itinéraires culturels intégrant la production de bois, sont de deux ordres :

- la production de bois à croissance rapide pour l'industrie du papier en système sylvopastoral ;
- la production de bois d'œuvre, sur des cycles moyens voir longs, en systèmes agroforestiers plus ou moins complexes.

Les modes de gestion et les stratégies de ces deux types de plantations sont bien différents.

Ce volet d'étude a été enrichie/compléter par deux autres missions parallèles (cf. annexes pour les résumés des projets cités) :

- Le projet AGROFOR-BIO mené par H2E et SIMA-PECAT, financé par le Réseau Rural de Guyane et la DAAF, décomposé en quatre parties identiques à la présente étude et visant à faire le relevé des expériences agroforestières au Brésil ;
- IKARE qui dans le cadre du programme d'étude SYSFOU et en collaboration avec le CIAT (Centre de recherche Colombien) a réalisé un voyage d'étude et d'échange technique avec ces centres de recherche dans les Llanos Colombiens. Des exemples d'itinéraires techniques sont présentés dans la fin de ce rapport et ont pour certains pu être illustrés de photos prises lors du voyage d'étude par monsieur Vazquez (Ingénieur spécialisé conduite de pâturage).

1. LE SYLVOPASTORALISME

➤ INTRODUCTION

L'arbre prend une place entière dans les systèmes sylvopastoraux. C'est un élément à part entière de la production et du rendement de l'exploitation. Utilisé en bois d'œuvre ou bois énergie, il a aussi des bénéfices collatéraux tels que l'amélioration du bien-être animal, de la qualité du pâturage, de la régulation de l'eau dans le sol...

➤ PROBLEMATIQUE

L'arbre dans les élevages de Guyane est rare. Lorsqu'il est présent, l'arbre n'a pas de position et vocation prédéfinie dans la production animale. Or dans les systèmes sylvopastoraux, il s'agit d'une combinaison adéquate entre les animaux et les arbres, chacun tirant un bénéfice. L'arbre prend donc une valeur de production à part entière et doit donc avoir un rendement optimum pour le bon fonctionnement du système. Quels sont les systèmes sylvopastoraux en place, comment fonctionnent-ils et avec quelles essences ?

➤ SOLUTIONS AU PARA

Le sylvopastoralisme rencontré notamment dans les environs de Paragominas et plus au Sud du Pays, s'intègre dans la démarche politique générale de reboisement des Etats d'Amazonie et de limitation de la déforestation de la forêt native. Il vise :

- A la fois le boisement de pâtures actives pour en améliorer le coefficient de production et la diversification des revenus ;
- Mais également le boisement de vieilles pâtures en friches, définies comme des terres dégradées, afin de remettre en valeur ces surfaces.

Ces deux activités visent à la fois à optimiser l'espace déjà mis en valeur, à restaurer ou maintenir la qualité agronomique des parcelles, à augmenter les coefficients de production par unité de surface et à limiter la défriche de la forêt naturelle.

Ces actions sont coordonnées par l'Embrapa depuis 2006. Ce dernier propose la mise en place d'essais de sylvopastoralisme sur les modèles de plantations pratiquées dans le Sud du Brésil (Santa Catarina, Rio Grande do Sul, São Paulo).

Sur le plan expérimental, les essais portent sur le développement de trois essences à croissance rapide : **le Parica, le Mahogany africain (Mogno africano) et l'Eucalyptus**. Cette filière axée sur la diversification des activités et la modernisation des exploitations n'en est qu'à ses balbutiements dans les Etats du Nord du Brésil, c'est ainsi que l'on voit encore des expérimentations avec des tests d'espacements.

Sur le plan économique, on constate que les fazendeiros (propriétaires terriens) ont principalement développé les plantations d'Eucalyptus, destinés à la production de papier, de charbon ou de piquets. La mise en place de telles plantations permet aux exploitants d'avoir une source de revenu supplémentaire, pour un investissement initial maîtrisé, avec un retour sur investissement très intéressant sur un cycle de 6-7 ans si les plantations et les amendements ont été bien réalisés/conduits.

Sur la première année, quand les arbres n'apportent pas encore trop d'ombrage, les fazendeiros peuvent cultiver en inter-rang du maïs et du soja. Cela permet d'avoir un apport massif de trésorerie au démarrage et d'amortir en partie le coût initial de la plantation forestière, mais cela permet également de valoriser au mieux la parcelle en attendant que les plants soient assez robustes pour y faire pénétrer les bovins.

Par ailleurs le modèle économique de l'activité forestière couvre largement l'utilisation des amendements et des fertilisants, de fait les pâturages, d'ailleurs protégés des stress hydriques pendant les saisons sèches, bénéficient indirectement de ces apports. De fait, avec une bonne gestion de la taille des parcelles et avec des cycles de pâture très courts pour éviter de fatiguer le plateau de tallage des graminées, les élevages arrivent à charger à 5-8 UGB/ha contre 1,5 à 2,5 UGB/ha en Guyane – soit un besoin en surface 3 à 4 fois inférieur pour la même production de viande.



Source : SIMA-PECAT & H2E – Plantation d'Eucalyptus sur pâturage à Paragominas (Para) – Essai pilote Embrapa.

Les résultats sur le Parica

Le Parica (légumineuse) présente l'intérêt de fixer l'azote atmosphérique (c'est une légumineuse qui nodule). En outre, il produit un ombrage plus léger que l'eucalyptus, ce qui devrait permettre de densifier les plantations comparativement au schéma sur l'Eucalyptus. Les essais pilotes de l'Embrapa ont subi de lourdes pertes car le Parica a été fortement attaqué par les fourmis maniocs et par les cigales qui pondent leurs larves dans les racines. Le problème des attaques de cigales est trop important à l'heure actuelle pour envisager d'étendre les plantations.



Source : SIMA-PECAT & H2E – Plantation de Parica sur pâturage à Paragominas (Para) – Essai pilote Embrapa.

Les résultats sur le Mahogany

Le Mahogany (Mogno africano) est intéressant pour la production de bois d'œuvre. Cependant, les résultats de croissance apparaissent assez hétérogènes et les jeunes arbres sont sensibles à la sécheresse. L'ombrage est plus dense que l'eucalyptus donc l'écart entre les lignes est augmenté. Pour l'instant les essais de l'Embrapa sont trop récents (deux-trois ans) pour tirer des conclusions, cependant des situations agroforestières anciennes (douze ans) sont présentées plus loin et confirment l'intérêt sur cette essence.



Source : SIMA-PECAT & H2E - Plantation de Mogno sur pâturage à Paragominas (Para) – Essai pilote Embrapa.

L'itinéraire technique de pâtures sous eucalyptus

Les deux premières années, ou seulement la première année selon le choix de l'agriculteur en fonction de l'état du marché, les interlignes d'arbres sont cultivées en soja et maïs, afin de permettre aux jeunes arbres de se développer sans risquer d'être piétinés par le bétail tout en valorisant au mieux l'espace. Ainsi dans un premier temps, le sol est labouré, chaulé et fertilisé, puis plantée en soja et/ou en maïs sur plusieurs cycles.

Deux semaines après le premier semis les jeunes plants d'eucalyptus (3-4 mois sortie pépinière) sont plantés. Les arbres sont plantés en lignes orientées Nord-Sud, avec des espacements de 3 x 12m.

Des plantes de couverture agressives type *Bracharia* sont apportées pour contrôler les adventices. Elles sont semées en même temps que les différents apports d'engrais entre les cycles de production et sont ensuite détruite au Glyphosate pour produire un paillage au sol et permettre la culture par semis direct des cycles suivant. La deuxième ou la troisième année, le pâturage définitif est implanté.



Source : SIMA-PECAT & H2E – Paillage de *Bracharia* et installation du pâturage définitif sous *Eucalyptus*.

Le pâturage est géré en cycle court de quelques jours de pâture, pour éviter de fatiguer le plateau de tallage des graminées, l'indicateur de mise en repos est la hauteur des graminées qui doit rester supérieure à 20-30 cm. Pour chaque lot de bêtes les rotations se font sur 4 parcelles avec un chargement de 6-8 UGB par ha.

Chaque 6 mois de pâturage la parcelle est passée au gyrobroyage à 20 cm de hauteur et fertilisée par un apport d'engrais azoté (souvent de l'urée) pour relancer une pousse rapide et plus homogène de l'herbe.

Les arbres sont coupés à 6-7 ans et vendu pour le marché du papier, des contreplaqués ou des poteaux. La vente du bois apparait suffisamment intéressante économiquement pour que les exploitants cherchent à étendre cette activité. Ainsi l'agriculteur rencontré venait de porter un essai pilote sur environ 500 ha, satisfait des résultats il est en train de convertir ses 4000 ha de pâturages restants.

Les résultats agronomiques avancés par l'Embrapa sont très intéressants. Il est observé une amélioration de la qualité du pâturage, moins sensible à la sécheresse, et une meilleure croissance en masse du bétail, moins soumis à la chaleur et au soleil, dont le gain de poids augmente de 12 à 15% par rapport à un élevage plein champs.



Source : SIMA-PECAT & H2E – Sur la même exploitation, pâturage dégradé et pâturage restauré par la mise en place du sylvopastoralisme (Monbasa sous Eucalyptus).

Conclusion au Para : L'Eucalyptus apparaît à nouveau comme l'essence phare. Les essais menés sur d'autres essences (Parica ou Mogno africano) ne bénéficient pas du retour d'expérience nécessaire à une implantation à grande échelle. Cependant, comme décrit dans la partie Sylvicole, le Mogno est intéressant au niveau de la production de bois. Avec plus de recul, les essais de combinaisons du Mogno permettront de dire s'il y a une bonne adéquation avec l'élevage.

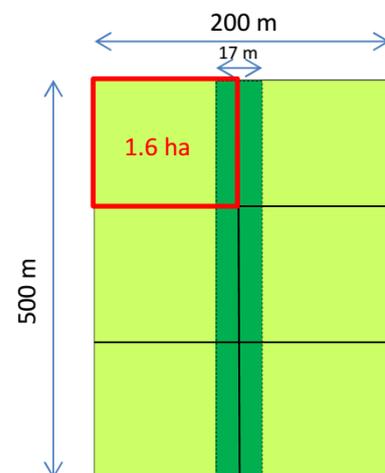
➤ AUTRES SOLUTIONS RENCONTREES EN COLOMBIE

En Colombie des conclusions similaires ont été apportées sur la production laitière, où le simple effet d'apport d'ombrage, par la création de haies arborées et banques de protéines, sur la santé animale permet d'améliorer d'environ 10% les volumes de production laitiers. Sur le volet allaitant les expériences sont trop récentes pour tirer des conclusions.

Mise en place de banques de protéines arborées sur les pâturages :

L'essai est mis en place sur une parcelle de 10 ha de pâturage (200m x 500m). Le pâturage est divisé par une bande centrale de 17m de large qui doit être bien protégée des bovins pour éviter les dommages causés aux arbres qui y seront implantés. La parcelle est divisée en 6 sous parcelles d'environ 1.6 ha chacune. La bande qui servira de banque de protéine arborée constitue 8.4% du pâturage.

Une fois implantée, une rotation sur un mois est mise en place, chaque sous parcelle est occupée 6 jours et reposera 30 jours entre deux occupations. La capacité de charge est de 3-4 animaux/ha. On peut donc y héberger 30-40 taurillons d'un poids moyen de 350kg/animal.



Dans les essais mis en place, plusieurs essences sont principalement utilisées :

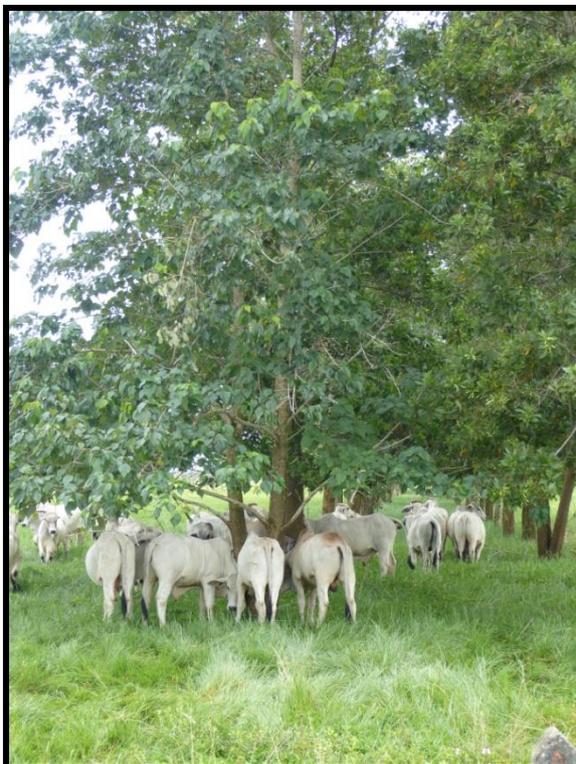
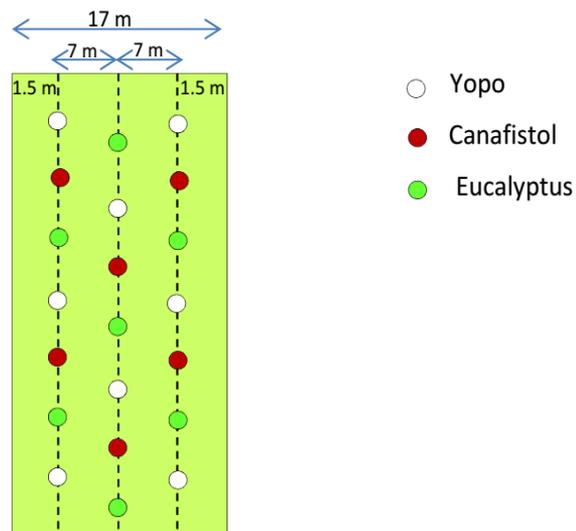
- Eucalyptus et Acacia *mangium* : Ces espèces à croissance rapide sont essentiellement utilisées pour fournir du bois d'œuvre, mais peuvent localement servir les marchés de production de biomasse industrielle ;
- Yopo (*Anadenanthera peregrina*) : Cet arbre apporte une ombre bénéfique, qui est ni trop sombre, ni trop claire. Son implantation est rapide. Cette légumineuse contribue à fixer l'azote. Ses feuilles avec de petites folioles se décomposent rapidement en tombant au sol ce qui permet un recyclage permanent des nutriments. La structure de ses ramifications et feuilles régule le rayonnement solaire

jusqu'à la strate herbacée, ce qui favorise un bon développement des espèces fourragères sous son houppier et un bon maintien de ces dernières en saison sèche ;

- Canafisto (*Cassia grandis*) : est une espèce native, mais avec une croissance plus lente que les essences précitées. C'est une légumineuse fixatrice d'azote, et en plus de réguler l'ombre pour la strate herbacée, il est reconnu pour la qualité de son bois d'œuvre ;
- Teck Blanc (*Gmelina arborea*) : Bois d'œuvre de très bonne qualité à croissance soutenue, ses branches basses sont également broutées par les bovins comme le Yopo et le Canafisto, il a cependant comme l'Acacia une capacité à fournir de l'ombre bien plus élevée que les autres espèces précitées.

Le semis est fait en pépinière ombragée, dans des bacs à germe puis repotées dans des sachets jusqu'à atteindre 40 cm. Les plants sont ensuite mis en pépinière d'acclimatation à la lumière. La bande de 17 mètres est traitée au Glyphosate pour contrôler la compétition des plants forestiers avec les herbacées sur les premiers stades de développement des arbres, puis la bande est labourée.

Dans la bande 3 billons sont tracés (ou deux pour avoir une bande plus étroite de 10 m ou quatre pour avoir une bande de 24 m) espacés de 7 m. Sur ce même billon, les arbres sont espacés de 5-7 m et on alterne les 3 essences. D'un sillon à l'autre les arbres sont disposés en quinconce ou en lignes différenciées.



Source : IKARE – Vincent VAZQUEZ – Bovins sous Teck Blanc et Acacias.

La clôture protectrice entoure tout le périmètre planté à 1,5 m au minimum pour éviter le broutage par les bovins sur les deux premières années.

Les légumineuses herbacées sont utilisées comme couvert végétal en dessous des arbres, tel que Mani forrajeo (*Arachis pintoi*) ou des *Desmodium*... Dans l'exemple précédent on a une banque de protéine de 17 * 500m sous un couvert de 216 arbres (72 Yopo, 72 Canafistol et 72 Eucalyptus). Pour améliorer la disponibilité en protéine, on peut aussi planter des arbustes fourragers au milieu des arbres comme *Cratylia argentea*...

Sur des sols acides et déficitaires en nutriments, le contrôle et la gestion de la fertilité est primordiale afin de permettre la croissance soutenue des arbustes et la création rapide d'ombrage. La fertilisation doit être à la fois constituée de composants à solubilité lente tels que la roche phosphorée, la chaux dolomitique et le gypse agricole et de fertilisants disponibles rapidement tels que le DAP (Diamonium phosphate), le sulpomag (sulfate de potassium et de magnésium) et le borozinc (prévient le déficit en bore et en zinc).

Dans les conditions de l'exemple à Altillanura (Colombie), on estime que les arbres *Eucalyptus pellita*, *Acacia Mangium* et *Gmelina arborea* peuvent produire de l'ombre bénéfique au pâturage au bout de 2-3 ans après leur plantation. Au bout de 36 mois on obtient des fûts droits et bien conformés avec des premières branches à 6-8 mètres de hauteur.

Sur une parcelle test où la fertilisation a été rigoureuse, la banque de protéine a pu être ouverte aux animaux deux ans après la plantation, ainsi on peut enlever la barrière de protection et laisser les animaux en accès direct et libre.

Conclusion sur les haies en Colombie : Le schéma de gestion en petites parcelles avec des rotations courtes et un faible impact de dégradation du couvert herbacé permet de doubler la charge des animaux par hectare comparativement à la moyenne des pratiques en Guyane. L'utilisation d'une banque de protéine sur des pâturages établis ou rénovés contribue à une amélioration des systèmes bovins. La légumineuse présente dans la strate herbacée apporte de la protéine au régime alimentaire des bovins et l'arbre, au bout de 2 ans, par son bon développement, donne de l'ombre améliorant le bien-être animal et les capacités de gain de poids du troupeau. Au bout de 6-8 ans pour la biomasse énergie, ou de 12-20 ans pour le bois d'œuvre, l'agriculteur peut exploiter toute ou partie de ses arbres pour commercialisation.

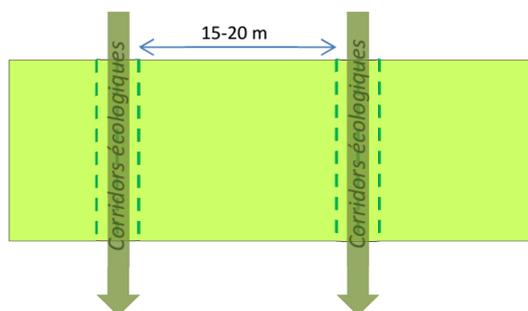


Source : IKARE – Vincent VAZQUEZ – Jeune plantation d'un peu moins de 2 ans d'Eucalyptus, Yopo, Acacia encore clôturée pour protection contre les bovins.

Autres modes d'implantation de l'arbre dans la parcelle

Les centres techniques colombiens rappellent qu'il existe différentes manières d'intégrer la plantation d'arbres dans les pâturages :

- Plantation d'arbres sur le pourtour du parcellaire, haies vives, haies brise vent ;
- Plantation peu dense d'arbre en lignes équidistantes au sein du pâturage (comme vu précédemment sur les schémas Brésiliens) ;
- Plantations en bandes forestières dans les pâturages (comme présenté sur le schéma ci-contre), avec 3 ou 5 rangées d'arbres plantées en 3 x 3-4 m et on laisse un espace de 15 – 20 m pour le pâturage entre les bandes. Cette voie technique est très intéressante dans le design de corridors écologiques applicables sur des zones trop ouvertes ;
- Bosquets en pâturages ou parcours.



Conclusions sur la Colombie : La Colombie diversifie les essences implantées en sylvopastoralisme. *Gmelina arborea* (Teck Blanc) et d'autres espèces sont mise en œuvre. Les résultats encourageants des essais incitent les producteurs à mettre en œuvre les méthodes d'implantation d'une production ligneuse sur du pâturage. Le bois produit a une vocation soit de bois d'œuvre ou de bois énergie (bois de feu ou bois de centrale). En Colombie, les essais orientent le système vers une diversification des essences forestières afin de mettre en place des bosquets diversifiés. Plus diversifié qu'au Brésil la Colombie oriente vers un agroécosystème.

➤ CONCLUSIONS SUR LES PLANTATIONS EN SYLVOPASTORALISME

La Colombie aura plus tendance à diversifier les essences ligneuses tout en gardant ses objectifs doubles de production. Au contraire, le Brésil s'oriente vers une culture ligneuse mono spécifique, le plus souvent basée sur l'Eucalyptus. Les deux pays ont une gestion des troupeaux différente, la Colombie favorisera les courtes rotations avec un petit cheptel (agriculture familiale) alors que le Brésil aura tendance à favoriser des rotations moyennes avec un cheptel de grande taille (agriculture plus intensive).

Le sylvopastoralisme fait toutefois consensus sur son intérêt avéré pour le bien-être animal, l'amélioration du pâturage et la mise en place d'un atelier de production supplémentaire source de revenus. Les études en contexte guyanais plus approfondies sur les rendements devraient être menées.

2. LA PLANTATION DE BOIS D'ŒUVRE EN AGROSILVICULTURE

➤ INTRODUCTION

L'agrosylviculture est la combinaison de productions agricoles annuelles ou pluriannuelle avec une production ligneuse pluriannuelle. Contrairement à la diversification fruitière (vergers) largement répandue au Brésil mais aussi en Guyane, il s'agit d'introduire des essences forestières à vocation de production de bois d'œuvre.

➤ PROBLEMATIQUE

La sylviculture est un mode de gestion à long terme, pour lequel la récolte du produit se fait de nombreuses années après sa mise en place. Au contraire, les cultures agricoles se basent sur un accès à la production dans un délai relativement court.

Quels sont les systèmes existants ? Comment combiner l'exploitation de cultures n'arrivant pas à maturité la même année ?

➤ SOLUTIONS AU BRÉSIL

Plusieurs sites ont été visités sur Paragominas, sur Tomé-Açu... Le bois d'œuvre est planté en association avec des cultures pérennes tolérantes à l'ombrage telles que le cacao, le cupuaçu, le poivre, le wassaï... Les systèmes peuvent être très simple comme la plantation de Cacao sous Mahogany, à très complexifiés comme sur Tomé-Açu avec des systèmes évoluant avec l'âge et amenant au bout de 15 ans à des « forêts complexes et nourricières ». Il convient sur ce sujet de se référer au projet AGROFOR-BIO dont les rapports sont accessibles à <http://agroforbio1.sima-pecat.org/> (Résumé du projet Annexe 1).

Les essences forestières sont plantées avec des espacements de 12 x 24m ou 16 x 16m, soit une quarantaine d'arbres par hectare. Les espèces rencontrées sont très diversifiées : le Mahogany africain, le Carapa, le Parica, l'Ipé, le pistachier, le prunier mombin... La durée de pousse n'est pas fixée à l'avance et la coupe sera faite selon les opportunités.

Sur Tome-Açu, où les plus beaux et complexes systèmes ont été rencontrés, les plus vieux arbres atteignent 22 ans. Aucun arbre n'avait encore été abattu sur l'ensemble des exploitations agricoles. La plantation de bois d'œuvre en système agroforestier est socialement considérée comme la constitution d'un capital retraite par les agriculteurs, voire d'un capital à transmettre à leurs enfants.



Source : SIMA-PECAT & H2E – Plantation de Cacao (3 ans) sous plantations de Mahogany.

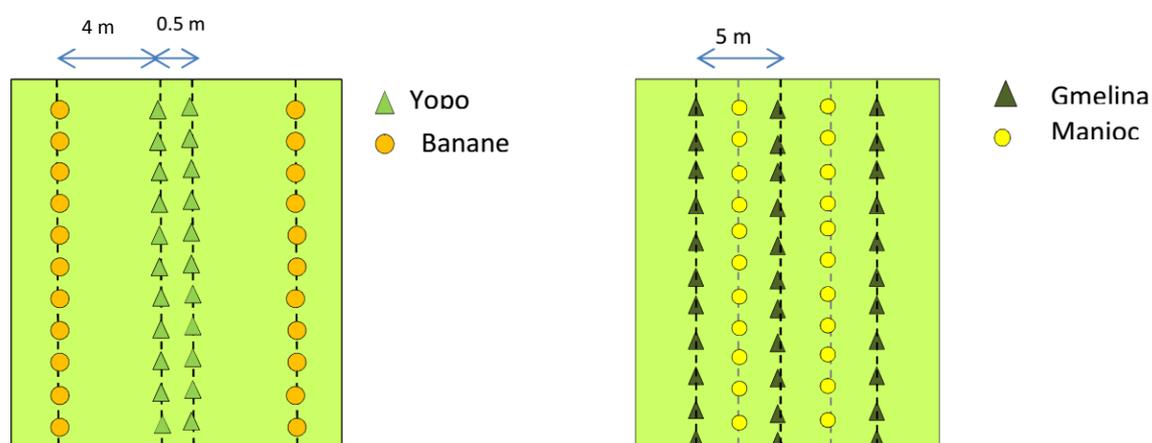
➤ SOLUTIONS EN COLOMBIE

En complément des schémas précédents d'agrosylviculture au Brésil visant à la production d'espèces pérennes (Cacao, Cupuaçu, Wassai...) sous ombrage d'arbres forestiers, la CORPOICA propose également la culture de plantes annuelles, pouvant intégrer la production d'aliments pour l'homme ou le bétail : Banane, Manioc, Maïs, Pois, Riz, Soja, Fève...

Les cultures ligneuses utilisées sont : Guandul (*Cajanus cajan*), Cajeto (*Trichantera gigantea*), Matarraton (*Gliricidia sepium*), Yopo (*Piptadenia sp.*), Acacia mangium, *Erytrina fusca*...

Par exemple on peut mener le Yopo en association avec la banane. L'arrangement comprend deux billons où sont implantées les ligneux espacés de 0.5 * 0.5 m et entre deux paires de billons on laisse une distance de 8 m pour l'implantation des cultures agricoles (une ou plusieurs rangées).

Un autre exemple est un bosquet où on plante Gmelina comme ligneux (espacement 5 * 5 m) et on intercale avec des rangées de manioc.



➤ CONCLUSIONS SUR LES PLANTATIONS EN AGROSYLVICULTURE

L'implantation de bois d'œuvre dans une production végétale nécessite une bonne connaissance de l'écologie des espèces. Les essences de bas étage devront être adaptées à l'ombrage dispersé par les arbres. Plusieurs essais sont en cours, en Colombie et au Brésil. Ce mode de gestion nécessite beaucoup d'attention et d'entretien pour éviter toute gêne d'une espèce envers une autre.

3. CONCLUSIONS SUR L'AGROFORESTERIE

Type de production	Principe général et objectif visé.	Analyse stratégique simplifiée et Conclusions																	
OBJECTIF DE COMPLEMENT DE REVENU SUR TERRES AGRICOLES ET/OU RESTAURATION DE TERRAINS AGRICOLES EN DEPRISE.																			
<p>Agrosylviculture et Sylvopastoralisme</p>	<ul style="list-style-type: none"> Les SAF (Systèmes AgroForestiers) peuvent revêtir de très nombreux modèles dans lesquels l'arbre peut servir de très nombreux rôles (produit commercialisable, facteur de production agricole et/ou services environnementaux). <div data-bbox="450 464 1227 1034" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Schémas simplifiés des combinaisons AF et de quelques rôles de l'arbre et de la biomasse</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Entités</td> <td style="text-align: center;">Arbres Cultures Animaux</td> </tr> <tr> <td>Combinaison</td> <td style="text-align: center;">Sylviculture Agrosylviculture Agrosylvopastoralisme sylvopastoralisme</td> </tr> <tr> <td>Rôles principaux de l'arbre et de la biomasse ?</td> <td style="text-align: center;"> Biomasse = produit ? Biomasse = Facteur de production ? Biomasse = fournisseur de Services environnementaux ? </td> </tr> <tr> <td>Vocations cumulables ?</td> <td> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%; border: none;"> Fourrages, bois d'oeuvre, bois énergie, production fruitière forestière </td> <td style="width: 33%; border: none; text-align: center;">+</td> <td style="width: 33%; border: none;"> BRF, Amélioration de la structure et de la biomasse du sol, Intensité de limitation de l'érosion des sols cultivées ? Supports de culture ? réduction du coûts des intrants? Augmentation des rendements des cultures intercalaires? </td> </tr> <tr> <td style="border: none;"> Economie, production : Vente des produits fournis par les arbres? </td> <td style="border: none; text-align: center;">+</td> <td style="border: none;"> Limitation des matières en suspension ? Régulation des débits ? Préservation de la biodiversité ? Stockage de carbone ? Réduction des intrants chimiques ? </td> </tr> <tr> <td style="border: none;"> - Inconvénients : ombrage, concurrence pour les nutriments ? Coûts ? Transposabilité ? Productivité de certaines espèces? </td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> </tr> </table> </td> </tr> </table> </div> <p style="text-align: center;">Source Projet AGROFOR-BIO 1 : SIMA-PECAT et H2E.</p> <ul style="list-style-type: none"> Dans le cadre de boisements en contexte agricole pouvant apporter la production de biomasse, là encore on a un choix sur la vocation du bois : soit l'itinéraire est dédié biomasse avec des essences adaptées à croissance très rapide, soit la logique est de capitaliser sur le moyen/long terme avec des essences de bois d'œuvre et de valoriser dans un second temps les déchets de l'exploitation et les connexes de scierie. On a également le choix de l'agencement spatial : gestion de haie, agencement en ligne, agencement aléatoire... 	Entités	Arbres Cultures Animaux	Combinaison	Sylviculture Agrosylviculture Agrosylvopastoralisme sylvopastoralisme	Rôles principaux de l'arbre et de la biomasse ?	Biomasse = produit ? Biomasse = Facteur de production ? Biomasse = fournisseur de Services environnementaux ?	Vocations cumulables ?	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%; border: none;"> Fourrages, bois d'oeuvre, bois énergie, production fruitière forestière </td> <td style="width: 33%; border: none; text-align: center;">+</td> <td style="width: 33%; border: none;"> BRF, Amélioration de la structure et de la biomasse du sol, Intensité de limitation de l'érosion des sols cultivées ? Supports de culture ? réduction du coûts des intrants? Augmentation des rendements des cultures intercalaires? </td> </tr> <tr> <td style="border: none;"> Economie, production : Vente des produits fournis par les arbres? </td> <td style="border: none; text-align: center;">+</td> <td style="border: none;"> Limitation des matières en suspension ? Régulation des débits ? Préservation de la biodiversité ? Stockage de carbone ? Réduction des intrants chimiques ? </td> </tr> <tr> <td style="border: none;"> - Inconvénients : ombrage, concurrence pour les nutriments ? Coûts ? Transposabilité ? Productivité de certaines espèces? </td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> </tr> </table>	Fourrages, bois d'oeuvre, bois énergie, production fruitière forestière	+	BRF, Amélioration de la structure et de la biomasse du sol, Intensité de limitation de l'érosion des sols cultivées ? Supports de culture ? réduction du coûts des intrants? Augmentation des rendements des cultures intercalaires?	Economie, production : Vente des produits fournis par les arbres?	+	Limitation des matières en suspension ? Régulation des débits ? Préservation de la biodiversité ? Stockage de carbone ? Réduction des intrants chimiques ?	- Inconvénients : ombrage, concurrence pour les nutriments ? Coûts ? Transposabilité ? Productivité de certaines espèces?			<p>En Guyane, les SAF sont nombreux et très diversifiés en terme d'itinéraires. Malheureusement ces SAF n'intègrent que de rares, sporadiques et très restreintes expériences quand il s'agit de boisements agencés et réfléchis pour la production de bois (biomasse ou œuvre). Les expériences répertoriées ne représentent que quelques dizaines à quelques centaines d'arbres par site, avec des itinéraires de plantation peu mécanisés, faiblement productifs, souvent non suivis dans le temps, et ayant manqués d'amendements et de certaines étapes de travaux en vert.</p> <p>Les SAFs rencontrés au Brésil et en Colombie, sont eux par contre innombrables. Toutefois les seuls schémas qui peuvent convenir à une production de biomasse voir d'œuvre sont les schémas du type Sylvopastoralisme intensif ou Agroforesterie organisée et pas trop complexifiées comme sur les photos ci-dessous.</p> <p>Ces itinéraires pourraient être d'un grand intérêt d'application en contexte Guyanais, le bon choix des espèces à mettre en œuvre reste crucial.</p> <div data-bbox="1305 911 2119 1214" style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <p style="text-align: center;">Sources Photos : SIMA-PECAT et H2E.</p>
Entités	Arbres Cultures Animaux																		
Combinaison	Sylviculture Agrosylviculture Agrosylvopastoralisme sylvopastoralisme																		
Rôles principaux de l'arbre et de la biomasse ?	Biomasse = produit ? Biomasse = Facteur de production ? Biomasse = fournisseur de Services environnementaux ?																		
Vocations cumulables ?	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%; border: none;"> Fourrages, bois d'oeuvre, bois énergie, production fruitière forestière </td> <td style="width: 33%; border: none; text-align: center;">+</td> <td style="width: 33%; border: none;"> BRF, Amélioration de la structure et de la biomasse du sol, Intensité de limitation de l'érosion des sols cultivées ? Supports de culture ? réduction du coûts des intrants? Augmentation des rendements des cultures intercalaires? </td> </tr> <tr> <td style="border: none;"> Economie, production : Vente des produits fournis par les arbres? </td> <td style="border: none; text-align: center;">+</td> <td style="border: none;"> Limitation des matières en suspension ? Régulation des débits ? Préservation de la biodiversité ? Stockage de carbone ? Réduction des intrants chimiques ? </td> </tr> <tr> <td style="border: none;"> - Inconvénients : ombrage, concurrence pour les nutriments ? Coûts ? Transposabilité ? Productivité de certaines espèces? </td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> </tr> </table>	Fourrages, bois d'oeuvre, bois énergie, production fruitière forestière	+	BRF, Amélioration de la structure et de la biomasse du sol, Intensité de limitation de l'érosion des sols cultivées ? Supports de culture ? réduction du coûts des intrants? Augmentation des rendements des cultures intercalaires?	Economie, production : Vente des produits fournis par les arbres?	+	Limitation des matières en suspension ? Régulation des débits ? Préservation de la biodiversité ? Stockage de carbone ? Réduction des intrants chimiques ?	- Inconvénients : ombrage, concurrence pour les nutriments ? Coûts ? Transposabilité ? Productivité de certaines espèces?											
Fourrages, bois d'oeuvre, bois énergie, production fruitière forestière	+	BRF, Amélioration de la structure et de la biomasse du sol, Intensité de limitation de l'érosion des sols cultivées ? Supports de culture ? réduction du coûts des intrants? Augmentation des rendements des cultures intercalaires?																	
Economie, production : Vente des produits fournis par les arbres?	+	Limitation des matières en suspension ? Régulation des débits ? Préservation de la biodiversité ? Stockage de carbone ? Réduction des intrants chimiques ?																	
- Inconvénients : ombrage, concurrence pour les nutriments ? Coûts ? Transposabilité ? Productivité de certaines espèces?																			

Au Brésil, les essais de plantations linéaires monospécifiques d'Eucalyptus dans les systèmes sylvopastoraux sont très concluants et tendent à se répandre.

En Colombie, la tendance s'oriente vers la mise en place de haies / bosquets / forêts galeries, avec le mélange de différentes essences.

L'apparence paysagère des deux systèmes est très différente de même que leur gestion.

Le Brésil a tendance à uniformiser la production ligneuse alors que la Colombie cherche à diversifier les essences. Dans les deux systèmes un suivi sylvicole (travaux d'élagage) mais surtout une protection contre les bovins pour éviter les dégâts sont nécessaires, afin de garantir un rendement optimum de la production ligneuse.

Ces schémas sont d'un réel intérêt d'étude pour le développement conjoint des filières agricoles et sylvicoles de Guyane, visant par là-même à améliorer l'efficacité de l'aménagement du territoire.

VI. DISCUSSION GENERALE/SYNTHESE DES ESSENCES

Sur la page suivante il est proposé un tableau de synthèse des essences forestières rencontrées dans les différents contextes pré-cités (plantation forestière bois d'œuvre, TCR, agroforesterie, sylvopastoralisme...), en faisant la précision de son utilisation possible au Brésil et/ou en Colombie.

La liste de ces essences est une synthèse de plusieurs sources d'informations :

- D'abord parce que de nombreuses essences ont été rencontrées à plusieurs reprises sur le terrain ;
- Ensuite parce que certaines ont été citées par les acteurs techniques et scientifiques sur le terrain ce qui a donc nécessité des recherches complémentaires pour vérification des usages et capacités ;
- Enfin, la lecture d'ouvrage de référence et de synthèse permettant de fournir des listes d'expériences contextualisées.

Voici quelques sources utilisées pour renseigner ce tableau :

- Rapport de l'AFD sur le Charbon de bois et la sidérurgie en Amazonie (Piketty, 2011) ;
- Publications intégrées : Vale et al., 2002 ; Silva et al., 1983 ; Amata, 2009 ; Piotto et al., 2003a et 2003b ; Carvalho, 2003 ; Cintra, 2009 ; Maraboto et al., 1989 ; Andrade et al., 1989 ; Andrade et Carvalho, 1998 ; Gonçalves, 1999 ; Paula, 2005 ;
- Certains ouvrages de référence technique et de vulgarisation scientifique des centres de recherches associés comme l'Embrapa pour le Brésil et le centre Corpoica pour la Colombie ;
- Le site internet XYCOL qui a permis de fournir et de corriger des informations comme les densités des bois et l'aire géographique de répartition ;
- Le site de l'IBAMA : "Database of Brazilian Woods", the Forest Products Laboratory (LPF) <http://www.ibama.gov.br/lpf/madeira/> ;
- L'ouvrage du CTFT - Bois des DOM-TOM Tome 1 Guyane ;
- L'ouvrage de l'ONF - Guide de reconnaissance des arbres de Guyane 2^{ème} édition ;
- ...

Cette liste n'est pas exhaustive, de nombreuses autres espèces (natives et exotiques) pourraient encore venir compléter cette liste. En dehors d'espèces dites « industrielles », sur lesquelles il existe des programmes de recherche, la donnée est très fragmentaire et les cadres d'utilisation/d'expérimentation parfois flous.

De nombreuses autres espèces ont été citées de manière sporadiques souvent dans des schémas agroforestiers telles que :

Azadirachta indica (Exotique – Margousier ou Neem) ; *Carapa guianensis* (Native – Carapa) ; Bagasse *guyanensis* (Native – Bagasse – Amarelo) ; *Bombacopsis glabra* (Native - Castanha do maranhão - Monguba – Pistachier de Cayenne)...

D'autres sont évoquées, plus spécifiquement sur la productions de bois d'œuvre, car portent un grand intérêt :

Cordia alliodora ; *Cedrela odorata* ; *Sterculia* sp (apetala ou caraibe - zapote) ; *Caesalpinia abano* ; *Tabebuia* sp. (chrysanta – ipé – Ebene) ; *Hymenea courbaril* ; *Terminalia* sp (catappa – anangosi) ; *Swinglia glitiosa*

* Dans le tableau de la page prochaine, l'asterix signale que la productivité est actuellement inconnue en plantation monospécifique mais considérée comme faible compte tenu de la vitesse de croissance de l'espèce dans son milieu naturel.

Espèce	Nom	Zone	Productivité (m3/ha/an)	Densité du bois	Espèce exotique / native d'Amazonie	Autres utilisations possibles
<i>Eucalyptus urophylla</i> , <i>E. pellita</i> ou hybrides	Eucalyptus	Brésil et Colombie	35-50 m3 (voir plus dans certaines conditions)	0,5-0,6	Exotique	Cellulose, Bois de construction, Charbon, Ombrage en élevage
<i>Schilzobium parahyba</i>	Parika (Fr), Tambor (Co)	Brésil et Colombie	25-35 m3	< 0,5 ; 0,6 pour certains clones	Native	Bois de déroulage
<i>Simaruba amara</i>	Marupa (Br), Simarouba (Fr), Machaco (Co)	Colombie	25-35 m3**	0,45	Native	Bois de déroulage et service, bois d'ombrage en élevage.
<i>Pinus caribaea</i>	Pin Caraïbe (Fr)	Brésil et Colombie	25-30 m3	0,4	Exotique	Construction et service
<i>Acacia mangium</i>	Acacia	Brésil et Colombie	25-30 m3	0,5-0,7	Exotique	Cellulose, Bois de service, Ombrage et clôture en élevage
<i>Gmelina arborea</i>	Gmelina, Teck blanc	Brésil et Colombie	25 m3	0,45-0,55	Exotique	Bois de construction, Bois de service
<i>Sclerolobium paniculatum</i> - Tachigali sp.	Taxi-branco (Br), Diaguidia (Fr), Cèdre-rémi, Bois-balle	Brésil	15-25 m3	0,5-0,7	Native	Bois de construction
<i>Khaya sp. (ivorensis et anthotheca)</i>	Mogno africano (Br), Mahogany ou Acajou d'Afrique (Fr)	Brésil	15-20 m3	0,49-0,660	Exotique	Bois de construction et de service, agroforesterie, ombrage et haies
<i>Swietenia macrophylla</i>	Mogno ou Mogno brasileiro (Br), Acajou (Fr), Mahogany d'Amérique (Int)	Brésil	10-20 m3 (?)	0,5-0,650	Native	Bois de construction et de service, agroforesterie, ombrage et haies
<i>Tectona grandis</i>	Teca (Br), Teck (Fr)	Brésil et Colombie	10-20 m3	0,48-0,9	Exotique	Bois de construction et de service, agroforesterie, ombrage et haies
<i>Bagasse guyanensis</i>	Tatajuba (Fr et Br), Arbre à Vache (Fr)	Brésil (croisé)	10-20 m3	0,75-1,1	Native	Bois de construction et de service, agroforesterie, ombrage et haies
<i>Samanea saman</i> (ou <i>Albisia saman</i> ou encore <i>Inga saman</i>)	Igua (Co), Bois noir d'Haïti ou arbre à pluie (Fr)	Colombie	10-20 m3	0,5-0,86	Exotique	Bois de service et ornemental
<i>Vochysia sp.</i>	Saladillo (Ven, Co), Quaruba (Int), Kouali/Moutende Kouali/Wana Kouali (Gf)	Colombie	< 15 m3*	0,43-0,61	Native	Bois de service
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> ou <i>peregrina</i>	Angico Vermelho (Br), Yopa (Co)	Brésil et Colombie	≈ 10 m3	0,85-1,05	Native	Bois de feu, construction, ombrage et banque de protéine en élevage
<i>Piptadenia opacifolia</i>	Yopo (Co)	Colombie	≈ 10 m3	0,85-1,05	Native	Bois de feu, ombrage et banque de protéine en élevage.
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Guanandi (Br), Aceite (Co), Bois de charomage (Fr), Santa Maria (Int)	Brésil et Colombie	8-10 m3	0,45-0,75	Native	Bois de feu, construction et service
<i>Acacia polyphylla</i>	Monjoleiro (Br), Acacia multifolié (Fr)	Brésil	< 10 m3*	0,7-0,8	Native	Protection des sols et construction
<i>Apuleia mollaris</i>	Pau amarelo (Br)	Brésil	< 10 m3*	0,75-1,1	Native	Bois de service
<i>Aspidosperma obscurinervium</i>	Piquia-marfim (Br)	Brésil	< 10 m3*	0,65-0,75	Native	Bois de service
<i>Cassia moschata</i>	Canafistol (Co), Cassié Musqué (Fr)	Colombie	< 10 m3*	0,71-0,9	Native	Ombrage et clôture vivante, bois de service
<i>Cytherexylum myrianthum</i>	Pau viola (Br)	Brésil	< 10 m3*	0,5-0,7	Native	Protection des sols
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Tamboril (Br), Timbo (Int)	Brésil	< 10 m3*	0,35-0,6	Native	Protection des sols et construction
<i>Erythrina fusca</i>	Bucaré (Co)	Colombie	< 10 m3*		Exotique	Ombrage et alimentation du bétail, protection des sols et revégétalisation
<i>Lindackeria paraensis</i>	Farinha-seca (Br)	Brésil	< 10 m3*	0,86	Native	Bois de construction
<i>Maquira coreaceae</i>	Muiratinga (BR, Fr)	Brésil	< 10 m3*	0,47	Native	Bois de service
<i>Ocotea cymbarum</i>	Louro Inhamui (Br), Bois l'anis ou Bois à odeur de Sassafras (Fr)	Brésil	< 10 m3*	0,5-0,75	Native	Huile, construction
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	Aruma pisi (Fr), Ucuubarana (Br)	Brésil	< 10 m3*	0,46	Native	Construction
<i>Platonia insignis</i>	Parcouri (Fr), Bacuri (Br)	Brésil	< 10 m3*	0,86	Native	Fruit comestible, huile, construction et service
<i>Senna siamea</i>	Canafistula (Co), Bois perdrix (Fr)	Colombie	< 10 m3*	0,58-0,99	Exotique	Ombrage et clôture vivante, bois de service

VII. CONCLUSIONS GENERALES

Le Brésil mène une politique de développement très active sur sa filière sylvicole. La recherche et la mise en place d'essais pilotes accompagnent les industriels dans leur démarche d'innovation et de progrès.

L'eucalyptus est présent sous toutes les configurations (bois d'œuvre, bois énergie dédié, gestion en taillis, gestion semi-dédié, sylvopastoralisme). Cependant, le contexte de la filière est favorable à cette essence au Brésil. Il s'agit d'être prudent sur son développement en Guyane, même si la mise en place d'une parcelle test avec un itinéraire technique identique à celui pratiqué au Brésil permettrait une comparaison des rendements.

D'autres essences sont relativement répandues et on fait l'objet de tests concluants tels que Mogno africano et Parica, ou sont prometteurs comme le Tachi Branco.

La plantation sylvicole dédiée ou mixte bois œuvre - bois énergie peut se faire sur de grandes surfaces. Cependant, la conduite d'une plantation nécessite des connaissances en sylviculture (taille, itinéraires techniques, élagage...) et un entretien régulier.

L'avantage de la plantation mixte est qu'elle permet d'approvisionner deux filières. Les bois d'éclaircie récoltés dans un premier temps pour la biomasse énergie, ayant permis d'optimiser la bonne pousse des futurs bois d'œuvre.

A terme il est théoriquement possible de développer le taillis sous futaie. Le taillis a l'avantage d'avoir des rotations courtes, reste à savoir quelles essences natives sont favorables à ce type de sylviculture notamment par leur capacité à rejeter.

Les schémas agroforestiers, s'ils sont bien conçus, permettent en plus de diversifier les sources de revenus, d'améliorer les facteurs de productions d'une ferme. L'intérêt d'appuyer le développement de ces techniques est d'augmenter la capacité de mise en pratique par les agriculteurs eux même et d'améliorer les systèmes de productions actuellement en place.

L'introduction de ligneux dédiés au bois d'œuvre dans les systèmes agricoles ne permettra une exploitation (et donc un retour sur investissement) qu'à long terme. Au contraire, l'introduction de ligneux à vocation bois énergie (voir des schémas mixtes) permettrait une exploitation à plus court terme. La rentabilité économique des exploitations agricoles doit être évaluée avec les coûts de la Guyane.

Pour sécuriser leur approvisionnement et mettre en place des centrales sur le long terme, les industriels s'orientent vers une stratégie de diversification de la ressource.

La mise en place d'essais pilotes est donc nécessaire pour mettre en pratique les éléments recueillis et acquérir la connaissance supplémentaire permettant de diversifier la ressource biomasse. Les expériences menées au Brésil sont positives et tendent à encourager la mise en place des essais pilotes en Guyane.

VIII. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alvaro Rincon Castillo, Hernando Florez Diaz, manual tecnico. Sistemas integrados : agricola – ganadero – forestal, para el desarrollo de la orinoquia colombiana. Capitulo 4 : Banco de Proteina Arborizado (BPA) en sistemas agrosilvopastoriles. CORPOICA, CIAT, MinAgricultura, Prosperidad Para Todos. 2013, pp 101-110.
- Alvaro Rincon Castillo, César Augusto Jaramillo Salazar, Establecimiento, manejo y utilizacion de recursos forrajeros en sistemas ganaderos de suelos acidos. CORPOICA. 2013.
- Andrade, A.M. Influência da casca de eucalyptus grandis W. Hill ex Maiden no rendimento e qualidade de carvão vegetal, mémoire de maîtrise, université fédérale de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais (MG). 1989.
- Andrade, A.M. et L.M. Carvalho. "Potencialidades energéticas de oito espécies florestais do Estado do Rio de Janeiro", Floresta e Ambiente. 1998, vol. 5, 1, pp. 24-42
- Amata. Revisão sobre Paricá. Schizolobium amazonicum Huber ex Ducke, Amata, São Paulo. 2009.
- Brienza et al. Recuperação de áreas degradadas com base em sistema de produção florestal energético-madeireiro: indicadores de custos, produtividade e renda (récupération des aires dégradées comme base des systèmes de production forestiers à vocation énergétique et bois d'oeuvre: indicateurs de coûts, de productivité et de rente). 2008, pp. 197-219.
- Behling M. et al. Plantations d'eucalyptus et sidérurgie en Amazonie : apports du modèle 3-PG, BFT n°309, 2011, p.37 à 49.
- Bueno, G. Sistemas silvopastoriles. Arreglos y usos. En : Establecimiento, manejo y utilizacion de recursos forrajeros en sistema ganaderos de suelos acidos. Eds : Rincon, A. & Jaramillo, CORPOICA, MADR, Fedegan. 2010, pp 201-230.
- Butterfield, R. et M. Espinoza (1995), "Screening Trial of 14 Tropical Hardwoods with an Emphasis on Species Native to Costa Rica: Fourth Year Results", New Forests, vol. 9, 2, pp. 135-145.
- Butterfield, R. et R. Fisher (1994), "Untapped Potential: Native Species for Reforestation", Journal of Forestry, vol. 92, 6, pp. 37-40.
- Butterfield, R. (1990), "Native Species for Reforestation and Land Restoration: a Case Study from Costa Rica", Proceedings from the 19th IUFRO World Congress, Montreal.
- Carvalho, P.E.R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília, DF, Embrapa informação tecnológica, Embrapa florestas, Colombo. 2003.
- Cintra, T.C. Avaliações energéticas de espécies florestais nativas plantadas na região do Médio Paranapanema, SP, mémoire de maîtrise, École supérieure d'agriculture "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba. 2009.
- Coelho S. Atlas de bioénergies du Brésil, CENBIO, 2012, 59p.
- CORPOICA. Conocimientos y tecnologías para el desarrollo agropecuario. Una nueva vision de la Altillanura Colombiana. 2013.
- Couto L. et al. Plantations d'eucalyptus à rotations courtes "short rotation" pour la production d'énergie au Brésil, Promising resources and systems for producing bioenergy feedstocks n°43, IEA Bioenergy, 2011, 16p.
- CTFT. Bois des DOM-TOM. Tome 1 Guyane. 1989, 231 pages.
- Farias Neto et Viana de Castro. Aplicação de diferentes critérios de seleção no melhoramento genético do tachi-Branco (application des différents critères de sélection dans l'amélioration génétique du Tachi-Branco), Boletim da Pesquisa Florestal n°41, 2000, pp. 46-54.

Gonçalves, C.A. “Celulose e carvão vegetal de Mimosa Caesalpinifolia Benth (Sabiá)”, Revista floresta e ambiente. 1999, vol. 6, 1, pp. 51-58.

Gonçalves et al. Tachi Branco (*sclerolobium paniculatum* vogel): uma espécie leguminosa nativa com uso potencial em florestas energéticas. 2009, 4p.

Greissing A. Les contradictions du développement en contexte de l'Amazonie forestière: le cas du projet Jarí sous la gestion du groupe ORSA, 2010, 28p.

Haggar, J.P., C.B. Briscoe et R.P. Butterfield (1998), “Native Species: a Resource for the Diversification of Forestry Production in the Lowland Humid Tropics”, Forest Ecology and Management, vol. 106, 2-3, pp. 195-203.

IBAMA. “Database of Brazilian Woods”, the Forest Products Laboratory (LPF), Ibama [en ligne] <http://www.ibama.gov.br/lpf/madeira>.

Maraboto, M.T., M.P.S.C. Cunha, C.L. F. Pontes, I.A. Cruz et Z.B. Cunha. “Poder calorífico e pirolise de dez espécies florestais da Amazonia brasileira - peruana”, in encontro brasileiro em Madeiras e em estruturas de Madeira, Anais 3, Escola de engenharia de São Carlos (EESC), laboratório de Madeiras e de estruturas de Madeira (LaMEM), São Carlos. 1989.

Martinotto, Avaliação do desenvolvimento inicial de espécies arbóreas nativas do cerrado. Rapport de Master en Agriculture tropicale, 2006. 68p.

Montagnini, F., E. Gonzales, R. Rheingans et C. Porras (1995), “Mixed and Pure Forest Plantations in the Humid Neotropics : a Comparison of Early Growth, Pest Damage and Establishment Costs”, Commonwealth Forestry Review, vol. 74, 4, pp. 306-314.

Müller M. D. et al. Evaluation d'un clone d'eucalyptus à différentes densités de plantation pour la production de biomasse et d'énergie, RENABIO, Biomassa & Energia, v. 2, n. 3, 2005, p. 177-186

Müller M. D. et al. Production de biomasse et gisement énergétique en systèmes agroforestiers, RENABIO, Biomassa e energia, v 2, n 2, 2005, p. 125-132.

Nichols, D. (1994), “Terminalia amazonia (Gmel.) Exell: Development of Native Species for Reforestation and Agroforestry”, Commonwealth Forestry Review, vol. 73, 1, pp. 9-13.

ONF. Guide de reconnaissance des arbres de Guyane – 120 essences 2^{ème} édition. 2004, 374 pages.

Padilha J. L. et al. Potentiel de production d'énergie électrique dans l'Etat du Para à partir de la biomasse de la filière bois, RENABIO, Biomassa & Energia, v. 2, n. 4, 2005, p. 267-284

Paula, J.E. “Caracterização anatômica da madeira de espécies nativas do cerrado, visando sua utilização na produção de energia”, Cerne. 2005, vol. 11, 1, pp. 90-100.

Paula, J.E. “Espécies nativas com perspectivas energéticas”, Silvicultura em São Paulo. 1982, vol. 16A, 2, pp. 1259-1315.

Piketty, L.G. Charbon de bois et sidérurgie en Amazonie brésilienne : quelles pistes d'améliorations environnementales ? L'exemple du pôle de Carajas. Ouvrage Collectif. Financé AFD. CIRAD, UR Green Gestion des Ressources Renouvelables et Environnement. 2011.

Piotto, D., F. Montagnini, L. Ugalde et M. Kanninen. “Growth and Effects of Thinning of Mixed and Pure Plantations with Native Trees in Humid Tropical Costa Rica”, Forest Ecology and Management. 2003 a, vol. 177, 1-3, pp. 427-439.

Piotto, D., F. Montagnini, L. Ugalde et M. Kanninen. "Performance of forest plantations in small and medium-sized farms in the Atlantic lowlands of Costa Rica", *Forest Ecology and Management*. 2003 b, vol. 175, 1-3, pp. 195-204.

Rogero et al. Poder calorífico superior da madeira de *Eucalyptus urograndis*. *Travaux d'étudiants ESALQ*, 201X

Silva, L.B.X., F. Reichmann et I. Tomaselli. "Estudo comparativo da produção de biomassa para energia entre 23 espécies florestais", *Silvicultura*. 1983, vol. 8, 28, pp. 872-878.

Souza et al. - Espécies florestais para uso múltiplo na Amazônia, *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n. 77, 2008, p. 7-14.

Souza et al. Tachi Branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel), documentos n°34 Embrapa amazonia ocidental, 2004, 14p.

Stortini González Velázquez S. Production d'électricité en commune isolées d'Amazonie à partir de Biomasse Durable: projet ENERMAD, CENBIO, 2012, 14p.

Tomaselli et al. Caracterização da madeira de tachi-Branco-da-terra-flrme (*sclerolobium paniculatum* vogel) para energia (caractérisation du bois de tachi-Branco pour l'énergie), *Boletim de Pesquisa Florestal*, n. 6/7, 1983, p. 33-44.

Vale, A.T., M.A.M. BRASIL et A.L. Leão. "Qualificação e caracterização energética da madeira e casca de espécies do cerrado", *Ciência Florestal*. 2002, vol. 12, 1, pp. 71-80

4. H2E/SIMA-PECAT => AGROFOR-BIO 1 :



H2E et SIMA-PECAT sont aujourd'hui engagés dans un projet avec la DAAF de Guyane et le Réseau Rural de Guyane. Le projet intitulé Agroforesterie et Biomasse 1 de Guyane (AGROFOR-BIO) arbore exactement la même logique en 4 phases que les études du PRME sur les plantations biomasse.



Les réflexions sur l'agroforesterie et sur l'approvisionnement en biomasse ligneuse à vocation énergétique ou comme amendement des terres ont été à la base d'hypothèses sur leur degré de complémentarité en Guyane.

Les déchets ligneux peuvent être fragmentés et utilisés pour améliorer les potentiels agronomiques des sols. Plusieurs organismes (CETIOM, CTFT, INRA, CIRAD...) travaillent actuellement sur l'utilisation des déchets ligneux (aussi bien sur les aspects de structuration du sol que de fertilisation) dans le contexte agricole guyanais. Malheureusement, ces travaux sont encore très peu relayés auprès des professionnels et du grand public.

En 2012, dans une évaluation purement économique de la production de ligneux en agroforesterie, le cabinet Guyane Consult (GC), a conclu rapidement que les systèmes agroforestiers couplés aux Co-bénéfice de production en biomasse énergie ne sont ni intéressants pour l'industriel, car quantitativement marginaux, et ni intéressants pour l'agriculteur, car entraînant des pertes de revenus. Guyane Consult a ouvert ses conclusions sur une application préférable en zones sensibles à l'érosion (à fortes pentes, aux sols dégradés, etc.). Cette étude ne visait que des essences locales à potentiel moins importants que les espèces rencontrées au Brésil. Sur demande du PRME, cette évaluation ne prenait pas en compte le volet Services Environnementaux (ES).

Cependant, une simple évaluation économique ne peut se suffire, les services agroenvironnementaux et sociétaux peuvent faire pencher la balance que GC considérait comme négative (PSE, MAE, qualité de vie...). Actuellement, que ce soit l'entretien des terres agricoles ouvertes (parcours agricoles, haies...) ou certains systèmes agroforestiers, une production de biomasse non valorisée existe déjà en Guyane et devrait se développer à terme.

Par ailleurs, les états Brésiliens du Nord ont une agriculture riche d'Itinéraires Techniques (IT) en Agroforesterie, avec des exemples de gestions communautaires des parcs agroforestiers valorisant la biomasse d'entretien pour l'énergie (projet ORSA vallée du JARI), et/ou des valorisations de la biomasse au sol (Mulch, BRF, Paillis...). Les centres de recherche de l'Embrapa, de l'ESALQ, du CATIE (zone Caraïbe)... sont riches d'essais, études et connaissances qui doivent bénéficier aux filières agricoles de Guyane.

Pour finir, que l'agroforesterie puisse jouer un rôle dans la lutte antiérosive est indéniable. Néanmoins, elle n'est pas forcément la plus performante, et n'est pas la plus conseillée sur les pentes les plus importantes, où la protection du peu de sol doit être immédiate (couvert herbacée, hydroseedling...). Il s'agira ainsi de qualifier dans quelles conditions de pentes-sols-spécifications-délais d'implantation, l'agroforesterie pourrait être considérée comme un moyen de lutte antiérosive.

Des critères comme les vocations de cette biomasse, les origines de celles-ci (essences locales, exotiques, forêt naturelle, forêt mise en gestion...), l'usage en couverture (partielle, totale...) antiérosive, les usages en diversification des activités (vente bois énergie, compost...) et/ou en amendement (mulch, paillis, BRF, brulis...) seront évalués au regard d'indicateurs d'efficacités agro-pédologiques, économiques, sociales et écologiques.

Même si le volet biomasse d'AGROFOR-BIO ne traite absolument pas exclusivement de la vente de matière pour l'énergie en complément de revenu sur une exploitation, cette dernière situation est depuis très récemment très développée et promue au Brésil (en opposition aux principes d'agroforesterie familiale et vivrière avec des cultures patrimoniales sous forêt). De fait de nombreux sites à visiter au Brésil ont été sélectionnés parce qu'ils sont transversaux aux deux programmes d'études.



Crédit photo : H2E & SIMA-PECAT – Projet AGROFOR-BIO

5. IKARE => VOYAGE D'ETUDE EN COLOMBIE SUR LES CONDUITES DE PÂTURAGES (SYSFOU) :



IKARE est le nom du nouvel institut technique de l'Élevage des Antilles – Guyane, créé à l'initiative des professionnels de ces trois départements, le 28 avril 2010. Ses missions principales sont d'accompagner et de renforcer les compétences techniques et économiques des éleveurs afin d'améliorer les volumes de production locale de ces départements.



Sur l'année 2010, un travail de priorisation des actions techniques à mener sur 2011-2013 a été effectué avec les responsables professionnels de l'élevage. Il a abouti à la définition du programme d'actions IKARE 2011-2013, dont l'amélioration et la sécurisation des systèmes fourragers (projet SYSFOU) constitue une action phare pour le développement de la production de viande locale issue du cheptel de ruminants de Guyane.

L'incidence de l'amélioration des conduites et pratiques des éleveurs de ruminants de Guyane sur la production de viande locale a été évaluée par les Réseaux de Références. Une amélioration des résultats de reproduction via l'optimisation des pratiques actuelles de pâturage et de constitution de stocks fourragers est susceptible d'augmenter les volumes annuels de viande locale de l'ordre de 30 à 40%.

Le Comité Départemental d'IKARE a retenu quatre actions constitutives du projet SYSFOU, à mener avec l'ensemble des partenaires locaux et nationaux, afin de contribuer à l'amélioration de la productivité des cheptels de ruminants de Guyane.

Il s'agit de :

- Connaître le potentiel des prairies en condition d'élevage afin de mieux piloter le pâturage (action 1),
- Expérimenter en fermes de nouvelles cultures fourragères à haute valeur nutritive afin d'améliorer les ressources fourragères locales (action 2),
- Mettre en œuvre une plateforme fourragère, vitrine et lieu de vulgarisation des ressources herbagères et fourragères pour la Guyane (action 3),
- Vulgariser les processus de constitution de stocks fourragers (foin, ensilage,...) et l'usage des coproduits végétaux locaux dans l'alimentation annuelle des cheptels de ruminants (action 4).

Ce projet a pour objectifs **d'acquérir des connaissances** à travers des **suivis et des essais agronomiques, de vulgariser et diffuser des connaissances sur les systèmes fourragers** ainsi que de **diffuser de nouvelles techniques et pratiques** afin de contribuer à **augmenter la production locale** de viande en **maximisant les ressources fourragères disponibles/utilisées** et améliorer ainsi les résultats économiques locaux.

L'ensemble de ces actions sont menées en partenariat avec les acteurs locaux et nationaux (groupements d'éleveurs, EPLEFPA de Matiti, INRA Antilles-Guyane, Chambre d'Agriculture, Institut de l'Élevage, CIRAD, CIAT,...) dans le cadre du Réseau d'Innovation et de Transfert Agricole de Guyane (RITA Guyane). L'ensemble des résultats obtenus dans le projet SYSFOU sont en cours de mutualisation dans la base documentaire qui se met en place dans le cadre du RITA Guyane.

En Juin 2014, IKARE a réalisé un voyage d'étude dans le cadre du projet SYSFOU dans les Llanos colombiens, en partenariat avec le CIAT. Les llanos colombiens ont été retenus car le contexte pédoclimatique est très proche de celui de la Guyane française, à savoir : sols acides avec forte toxicité aluminique, pluviométrie comprise entre 2500 et 3500 mm annuel. De plus, le Centre International d'Agriculture Tropicale (CIAT) y mène des recherches depuis plus de 30 ans sur les fourrages tropicaux ainsi que les systèmes fourragers.

L'objectif de ce voyage d'études était de découvrir des systèmes agro-sylvo-pastoraux intégrés et cela dans des conditions pédoclimatiques les plus proches de celles de la Guyane.



Crédit photo : IKARE- Vincent VAZQUEZ - Projet SYSFOU (voyage d'étude Colombie)

6. CIRAD/ONF => ETUDE DU DEVELOPPEMENT ET DES PROPRIETES DU BOIS DE PLANTATION D'ESPECES FORESTIERES GUYANAISES :



Les plantations forestières, dans leur diversité, sont un des outils au service de l'objectif d'aménagement durable des forêts des régions tropicales. Elles doivent faire partie de la réflexion stratégique de gestion à l'échelle locale ou régionale. Cependant, certaines inconnues subsistent encore : Quelles espèces plantées ? Quels volumes de bois et pour quels usages ? Quelle qualité pour les bois produits ?

Il existe en Guyane un réseau de plantations d'espèces forestières guyanaises et exotiques. Ces plantations datant de plus d'une trentaine d'années ont maintenant atteint l'âge d'exploitation. Ces plantations nous permettront à court terme de finaliser les projets de plantation financés il y a plus de 30 ans en levant les inconnues qui subsistent.

Les objectifs du projet dans les 2 ans à venir sont :

- de décrire l'état actuel des arbres plantés il y a 30 ans pour identifier les espèces à croissance rapide qui se sont bien comportées en plantation,
- de quantifier les volumes des différentes parties composant l'architecture des arbres plantés pour établir les volumes de biomasse dédiés au bois énergie et au bois matériau dans les différentes parties de ces arbres,
- d'étudier les propriétés du bois chez les espèces dont la croissance a été rapide pour vérifier que les propriétés du bois ne sont pas altérées par la croissance rapide en plantation (PCI, durabilité, mécanique),
- de restituer la quantité des différents types de biomasse dans les différentes parties des arbres plantés.



Crédit photo : Elaguyane

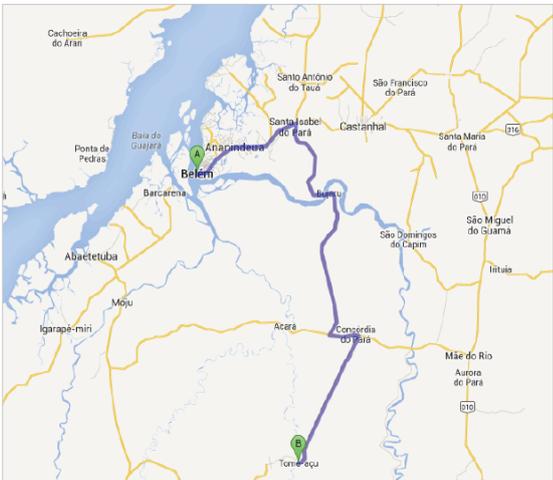
X. ANNEXE N°2 => FEUILLE DE ROUTE BRESIL ET PERIPLE :

liste des personnes contactées et enquêtées au Brésil

nom	organisme	lieu	contact	Projet concerné	date de contact	résultat
Catherine Aubertin	CIRAD	Belém	catherine.aubertin@ird.fr / 55-61-3522 9735 / 96 8113 5206	agrofor - biomasse	17/10/2013	vu
Delman Gonçalves. Collègue Socorro	Embrapa	Belém	32041145	agrofor - biomasse bois énergie		vu
Lilian Blanc	cirad	belém	lilian.blanc@cirad.fr /84451831 / 99433205	agrofor - biomasse	07/10/2013	vu
Luciano Carlos Tavares Marques	EMBRAPA CPATU	Belém	luciano@cpatu.embrapa.br / (91) 277-2888, 299-4623, 3756-1891	agrofor - biomasse	22/11/2013	vu
Nathalie Cialdella	CIRAD	Belém	nathalie.cialdella@cirad.fr	agrofor - biomasse	01/10/2013	vu
René POCCARD	CIRAD	Belém	renepoccard@gmail.com (91) 88993437	agrofor - biomasse	22/10/2013	contacté
Silvio Brienza Júnior	EMBRAPA CPATU	Belém	brienza@cpatu.embrapa.br	agrofor - biomasse	21/11/2013	contacté
JARI Cellulose- Monte Dourado - PA, 68240-000, Brésil	Jari celulose-ORSA	Jari	+55 93 3735-1090	biomasse	17/10/2013	vus
Fabio Gonçalves Extensionista Florestal	Escritório Regional de Laranjal do Jari IEF	Laranjal do Jari	fabiogoncalves@ief.ap.gov.br	biomasse	04/11/2013	pas de réponse
Antonio Carlos ROSA	AMCEL	Macapa	antonio.rosa@amcel.com.br / Tel.: 55 96 3281-8026/ 55 96 9112-0888	biomasse	17/10/2013	vu
Carlos PENHA	AMCEL	Macapa	Carlos.penha@amcel.com.br / Tel. 55 96 3281-8035	biomasse		vu
Julia Stuchi	embrapa	macapa	julia.stuchi@embrapa.br, +55 (96) 4009-9575 Celular: +55 (96) 8113-4769	agrofor - biomasse	08/10/2013	vu
Mery Helen Moraes	agroecologia da conservação internacional do brasil	Macapa	mmoraes@conservation.org	agrofor - biomasse énergie	09/10/2013	agrosylvopastoralisme : contacté
Karen Anjos	CIKEL	Rio capim		biomasse	04/11/2013	projet en difficulté
Michinori Konagano	CAMTA, semagri	Tomé-Açu	91665086 / 37341136 (CAMTA) et 37341552 (Semagri)	agrofor - biomasse bois d'oeuvre	09/10/2013	vu
Vicente Morais	CAMTA	Tomé-Açu	atea@camta.com.br, (91) 9166-7215.	agrofor - biomasse bois d'oeuvre	23/10/2013	vu

FEUILLE DE ROUTE BIOMASSE

VOYAGE D'ETUDE BRESIL DU 25 NOVEMBRE AU 13 DECEMBRE 2013

1	<p>25 au 26 novembre</p>  	<p>Belém :</p> <p>à l'Embrapa, rencontre des chercheurs CIRAD et Embrapa travaillant sur la gestion forestière et gestion des plantations : MM. René POCCARD, Lilian BLANC, Ronaldo CASTRO, Nathalie CIALDELLA, ...présentation de l'étude, recueil de données.</p>
2	<p>Du 27 au 28 novembre :</p> 	<p>Du 27 au 28 novembre : station expérimentale de sciences forestières de l'Ecole supérieure d'Agriculture Luiz de Queiroz (Université de São Paulo). Rencontre avec M. Jean Pierre Bouillet, M. Laclau, M. Nouvelon. Visite des essais en place, visite des plantations, discussion sur les effets environnementaux des plantations d'eucalyptus au Brésil et sur les moyens (essences, pratiques culturales) de développer la sylviculture en Guyane avec M. Bouillet et Nouvelon.</p>
3	<p>29 et 30 novembre</p> 	<p>Tomé-Açu :</p> <p>Visite de la coopérative CAMTA (transformation de fruits et de wassaï en pulpe congelée) et des exploitations agricoles adhérentes : systèmes agroforestiers divers en arboriculture et production de poivre. Coopérative qui transforme 5000 t de fruits par an et commercialise la pulpe surgelée à travers tout le Brésil. Reconnu comme système agroforestier exemplaire dans le Para.</p> <p>Personne-ressource : Vicente MORAIS, ingénieur agronome de la coopérative : atea@camta.com.br, (91) 9166-7215.</p> <div style="text-align: center;"> <p>2111113 <small>Belém à Tomé-Açu, CAMTA - Google Maps</small></p> <p>Itinéraire vers Tomé-Açu, CAMTA Av. Dionísio Benites 208 km – environ 3 heures 2 min</p>  </div>

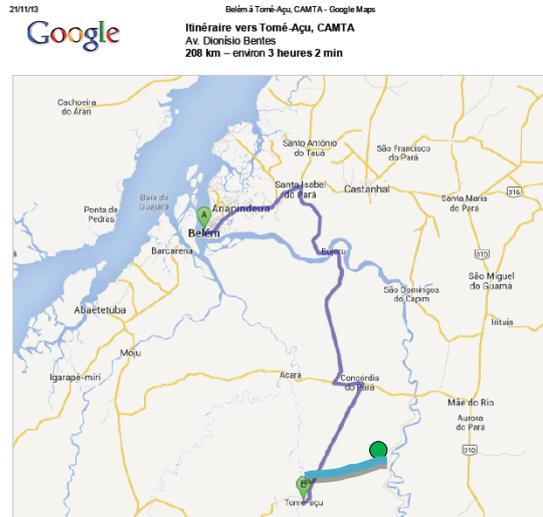
3

2 et 3 décembre



Rio Capim :

visite prévue mais non réalisée car projet en forte baisse d'activité voire en stand-by



4

3 au 5 décembre



Paragominas 1 :

visite de plantations en systèmes sylvopastoraux.

Personne-ressource : Ronaldo CASTRO, agent EMBRAPA :

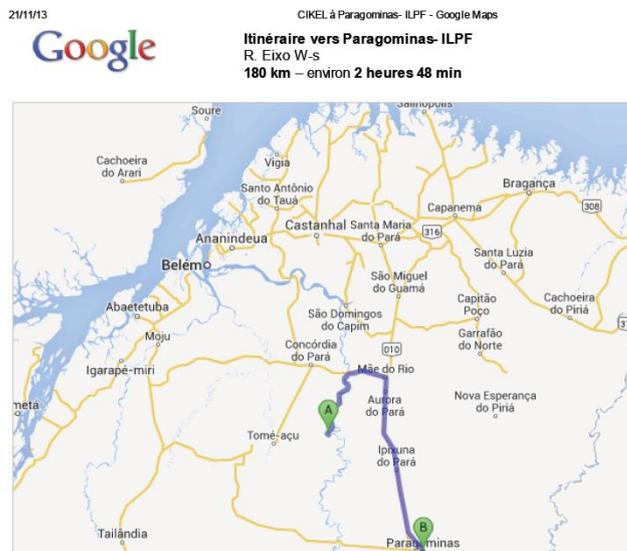
Ronaldo.castro@embrapa.br

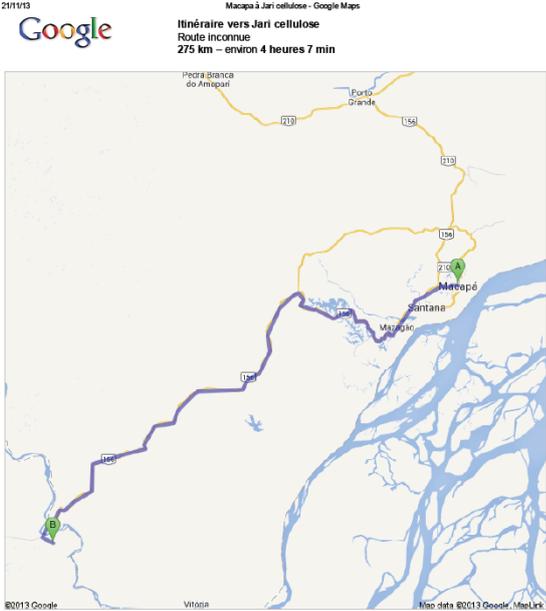
Paragominas 2 :

visite de plantations de Cacao-Mahogany.

Personne-ressource : Ronaldo CASTRO, agent EMBRAPA :

Ronaldo.castro@embrapa.br

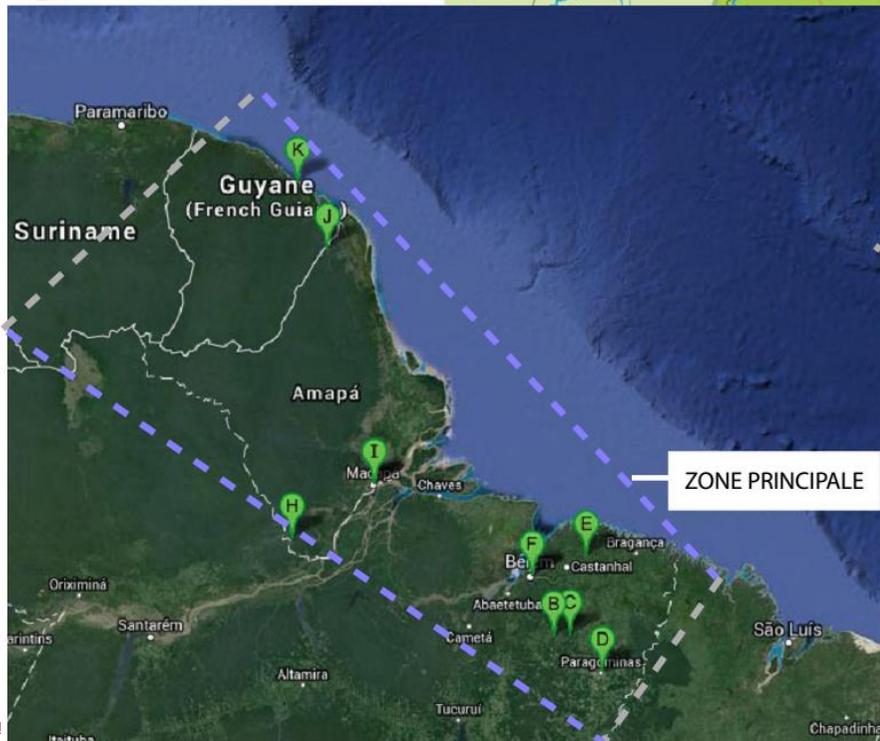


6	6 décembre	Retour Belém : autres RDV Embrapa / CIRAD
7	<p>9 et 10 décembre</p>  	<p>Vitoria do JARI :</p> <p>visite de la société JARI Celulose du groupe ORSA : plantations d'eucalyptus et autres essences exotiques à grande échelle (300 000 ha en gestion sur le site de JARI), production cellulose, cogénération : collecte d'informations sur la gestion des plantations et de l'approvisionnement en bois de l'usine, et sur la production d'énergie</p> <p><i>Tél : +55 93 3735-1090</i></p> 
8	<p>11 décembre</p> 	<p>Santana et route Macapa-oiapoque:</p> <p>visite de la société AMCEL productrice et exportatrice de cellulose d'eucalyptus et de plaquettes : collecte d'information sur la gestion des plantations et de l'approvisionnement en bois de l'usine, les critères pour la production d'énergie.</p> <p>Personne-ressource : Antonio Rosa, Ingénieur forestier</p> <p><i>antonio.rosa@amcel.com.br / (96) 32818026 et 91120888</i></p>
	13 décembre	Retour Guyane

- A Belém - Pará, Brésil
- B Tomé-Açu - Pará, Brésil
- C Rio Capim, Pará, Brésil
- D Paragominas - Pará, Brésil
- E Igarapé-açu - Pará, Brésil
- F Belém - Pará, Brésil
- G Macapá - Amapá, Brésil
- H Laranjal do Jari - Amapá, Brésil
- I Macapá - Amapá, Brésil
- J Oiapoque - Amapá, Brésil
- K Cayenne, Guyane française
- L Sao Paulo - Sao Paulo, Brésil



LOCALISATION DES SITES VISITES DANS LE CADRE DU PROJET PLANTATION PRME



ITINERAIRE PRINCIPAL

ZONE PRINCIPALE

