

RECHERCHE, COMPILATION ET SYNTHÈSE DES EXPERIENCES ET CONNAISSANCES ACQUISES POUVANT SERVIR LA PLANTATION ÉNERGETIQUE BIOMASSE EN GUYANE.

**Etude n°1 – Expériences, connaissances et compétences
acquises en Guyane.**

20 août 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



SOMMAIRE :

I.	INTRODUCTION	1
II.	CONTEXTE	2
1.	PRESENTATION DE L'ETUDE	2
➤	STRUCTURATION DU PROGRAMME D'ETUDE SUR LES PLANTATIONS BIOMASSE	2
➤	OBJECTIF DE L'ETUDE	3
➤	PRECISIONS SUR LE CHAMP D'INVESTIGATION ET STRUCTURE DU RAPPORT	3
➤	METHODES GENERALES DE RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE ET ENQUETES	4
2.	BREF ETAT DE LA SITUATION DES PLANTATIONS TROPICALES	5
➤	DEFINITION SUR LES PLANTATIONS	5
➤	CONTEXTE INTERNATIONAL	5
➤	CONTEXTE EN AMERIQUE DU SUD	5
➤	LES PLANTATIONS BIOMASSE (AGRICOLE ET BOISEMENT) POUR LES INDUSTRIELS	6
III.	ESSAIS FORESTIERS PASSES ET STRATEGIES EN GUYANE	8
1.	HISTORIQUE DES ESSAIS EN GUYANE	8
➤	PREMIERES INITIATIVES	8
➤	NAISSANCE DES PROGRAMMES DE RECHERCHE	8
➤	PREMIERES ORIENTATIONS SUR LA BIOMASSE	9
2.	STRATEGIES DES INSTITUTS FORESTIERS DE GUYANE	10
➤	LA POSITION DE L'ONF	10
➤	LA POSITION DU CIRAD	10
➤	UNE MISE EN COMMUN DES DEUX MAIS PAS DE STRATEGIE PLANTATION BIOMASSE EVIDENTE POUR LA GUYANE	11
➤	ONF ET CIRAD – PARTENAIRES TECHNIQUES ET DE DEVELOPPEMENT	12
IV.	LES PLANTATIONS FORESTIERES EN GUYANE	14
1.	INTRODUCTION	14
2.	PROBLEMATIQUE	14
3.	RESULTATS SUR LE PLAN PAPETIER/BIOMASSE	14
➤	LE PLAN PAPETIER	14
➤	LES RETOURS D'EXPERIENCES SUR LES PINS (ONF + CTFT)	15
➤	LES RETOURS D'EXPERIENCES SUR L'EUCALYPTUS ET ASSOCIATIONS (CTFT)	18
4.	QUELQUES RESULTATS SUR LES EXPERIMENTATIONS ONF :	19
➤	BILAN ONF AVANT 1990	19
➤	LE BILAN DE L'INRA :	20
➤	PLANTATIONS ELEONORE 1990	21
➤	PLANTATIONS CONTEMPORAINES (2000 A 2004)	22
5.	BILAN SUR LES EXPERIMENTATIONS DU CTFT:	25
➤	NOUVEAUX PROGRAMMES	26
6.	DISCUSSION ET CONCLUSIONS :	27
➤	QUALITE DE LA DONNEE	27
➤	PRODUIT OU DECHET	27
➤	ESPECES FORESTIERES EXOTIQUES OU NATIVES	28
V.	EXPERIMENTATIONS AGRICOLES EN BIOMASSE NON LIGNEUSE	33
1.	INTRODUCTION	33
2.	PROBLEMATIQUE	33
3.	TROIS VOIES DEJA TESTEES	33
➤	LES CANNES A SUCRE	33
➤	LE MISCANTHUS	34
➤	LE SORGHO	36
4.	CONCLUSION SUR LES PLANTATIONS BIOMASSE AGRICOLES	38
VI.	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES CONSULTEES	39
VII.	ANNEXES - TABLEAUX DE SYNTHES DES EXPERIMENTATIONS CTFT A PARACOU ET COMBI (SUTTER ET HUEBER, 1986)	45

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 d'approvisionnement alternatives biomasse en Guyane. Initialement, l'approvisionnement des centrales a été réfléchi à partir essentiellement de la biomasse issue de la défriche agricole et urbaine. 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'expérience 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)

➤ OBJECTIF DE L'ETUDE

L'objectif de cette première étude est donc de **s'approprier l'ensemble de la documentation sur l'expérience de ces plantations biomasse en Guyane**, notamment les archives du CIRAD et de l'ONF, d'en faire une compilation et une **synthèse argumentée dans une perspective de plantations énergétiques**.

La finalité est **d'analyser semi-quantitativement et qualitativement les réussites et les échecs ainsi que les points de manques et de proposer des actualisations nécessaires à combler par la phase d'étude n°2** pour la mise en place de projets contemporains.

Les données bibliographiques ont été **complétées par des enquêtes auprès des anciens chercheurs et techniciens** ayant suivi les essais.

➤ PRECISIONS SUR LE CHAMP D'INVESTIGATION ET STRUCTURE DU RAPPORT

OUVERTURE SYLVICOLE DU CHAMP DES RECHERCHES

La commande visait à étudier la documentation relative aux **« expérimentations biomasse antérieures en Guyane »**.

Dans le présent rapport la synthèse a été élargie aux **« expérimentations sylvicoles antérieures en Guyane pouvant trouver une finalité directe ou détournée et un usage pour la production de biomasse énergie »**.

Effectivement, la restriction stricto sensu à des initiatives purement biomasse ligneuse contraindrait trop fortement le champ des recherches bibliographiques (mots clefs fortement ciblés), et risquerait de fermer des pistes d'expertise et champs d'applications intéressants pour la production de biomasse énergie. Les expériences antérieures dédiées au bois énergie semblent en effet rares.

L'exemple des essais pilote de plantation de Simaruba amara, illustre ce besoin d'élargissement de champs de recherche :

- **Recherche bibliographique :** SIMARUBA AMARA
- **Mots clefs techniques de recherche :** bois d'œuvre, trituration, déroulage...

Information récoltée :

Les expérimentations du CTFT sur le Simaruba ont amené en 12 ans à une surface terrière équivalente à une forêt naturelle. Cet arbre considéré comme mal conformé pour la production première visée en bois d'œuvre a été abandonné des programmes de recherche, pour mauvaise conformation des arbres pour une valorisation bois d'œuvre.

Conclusion sur l'essence pour la biomasse :

La surface terrière correspond à la somme des aires des sections des troncs mesurés à 1,30 mètre pour une surface de un hectare. Ce paramètre est directement relié au diamètre moyen, au nombre de tige par hectare et donc au niveau de biomasse. Cette espèce présente donc un rythme de croissance et des niveaux de production potentiellement compatibles pour la biomasse, même si son objectif d'étude initial est le produit bois d'œuvre voir trituration.

La recherche bibliographique s'est donc ouverte à l'ensemble des expérimentations, essais pilotes, programmes de développements forestiers (etc...) ayant existés en Guyane, quel que soit l'objectif de production. Toute la bibliographie consultée est proposée à la fin du document en annexe, mais la restitution des résultats ne mettra cependant en exergue que les essences pouvant potentiellement présenter un intérêt pour la biomasse énergie.

OUVERTURE AGRICOLE DU CHAMP DES RECHERCHES

Dans le cadre de cette première étude sur les plantations biomasse il a été également demandé d'ouvrir la recherche bibliographique et les enquêtes aux expériences et compétences acquises sur les plantations biomasse d'origine agricole en Guyane (biomasse non ligneuse).

Effectivement un programme de plantation de canne de grande ampleur avait été envisagé dans les années 1990, remis en cause par l'impact environnemental qu'il pouvait avoir. Aujourd'hui, la Région Guyane, appuyée techniquement par l'ADEME, ré-envisage le développement de la filière éthanol en lançant et investissant dans des projets pilotes dédiés sur des terrains agricoles du territoire.

Il est toutefois important de préciser que même si les filières éthanol et biomasse agricole solide peuvent utiliser les mêmes ressources pour de nombreuses productions, qu'elles ont un objectif commun de rendement par hectare pour assurer leur rentabilité respective, et qu'une grande partie des études menées à ce jour visent la production de biocarburants, les évaluations et synthèses portées dans ce rapport se cantonneront de manière exclusive à des conclusions sur les biomasses agricoles solides pouvant servir un intérêt pour la filière centrale biomasse thermique (production de matière solide pour combustion).

STRUCTURE DU RAPPORT

Le rapport est découpé en trois grandes parties :

- La partie I => retour synthétique sur l'historique des grands programmes de recherche en sylviculture et mise en exergue des stratégies des instituts forestiers guyanais ;
- La partie II => volet résultats passés sur les expérimentations sylvicoles contextualisées à un objectif de production de biomasse énergie ;
- La partie III => volet résultats passés sur les expérimentations en productions agricoles à vocation biomasse énergie.

➤ METHODES GENERALES DE RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE ET ENQUETES

Aucune bibliothèque de Guyane ne rassemble l'ensemble des ouvrages concernant la thématique. Les rapports sont généralement entrés dans une base de données de la bibliothèque accessible sur internet mais non consultable en ligne. Il est donc nécessaire de se rendre aux bibliothèques des institutions qui ont produit le rapport. Par ailleurs de nombreux ouvrages élaborés par certains instituts ont été transférés aux bibliothèques de référence de l'institut donc très souvent hors de Guyane.

La recherche bibliographique a été portée sur des ouvrages provenant de plusieurs sites :

- La bibliothèque de Nogent sur Marne dans la région Parisienne => il s'est avéré que l'ensemble des données de Guyane aient été transférées sur Montpellier
- Les bibliothèques de Lavalette et Baillarguet à Montpellier
- La bibliothèque de l'ENGREF à Montpellier => où les rares données rencontrées étaient des doublons de la bibliothèque du campus agronomique de Kourou et du CIRAD Montpellier
- La bibliothèque de l'ENGREF à Kourou (campus Ecofog) => où une grande quantité de donnée était stockée
- La bibliothèque de l'ONF => où une grande partie des données étaient également à Kourou.

Plusieurs sites internet et portails de recherche bibliographique ont été consultés :

- La plateforme INFODOC d'Agroparistech Kourou qui à présent est sur la plateforme DOREMIFAE
- Le site du CIRAD AGRITROP
- ...

La recherche a été complétée sur les sites de publications scientifiques internationales (Web of Knowledges (Thomson ISI), Multibase WebSpirs...).

2. BREF ETAT DE LA SITUATION DES PLANTATIONS TROPICALES - CONTEXTE INTERNATIONAL ET SUDAMÉRICAIN

➤ DEFINITION SUR LES PLANTATIONS

Les forêts plantées sont composées de populations d'arbres établies par plantation et/ou par semis délibérés d'espèces indigènes ou introduites. L'établissement se fait soit par boisement de terres n'ayant jusqu'alors pas été classées comme forêt soit par reboisement de terres classées comme forêt, par exemple après un incendie ou une tempête ou à la suite d'une coupe à blanc (dans le cadre des projets Carbone forestier on fait la différence entre boisement/reboisement selon l'état initial du terrain en 1990, état foresté ou non).

Une forêt plantée peut avoir une vocation de production, par exemple la production de bois ou la récolte de produits non ligneux (fruits, noix, fibres...), mais elle peut conjointement ou exclusivement avoir une vocation de service, comme une fonction de protection des sols, un rôle dans un aménagement écologique ou une fonction plus sociale d'accueil du public (approche multifonctionnelle de la forêt).

Les impacts et les co-bénéfices potentiels seront évalués qualitativement dans le troisième volet du programme d'études de la Région sur les plantations biomasse.

➤ CONTEXTE INTERNATIONAL

L'Évaluation des ressources forestières mondiales 2010 (FAO, 2010) est l'évaluation la plus exhaustive réalisée à ce jour. Elle examine la situation actuelle et les tendances récentes de plus de 90 variables, pour tous les types de forêts, dans 233 pays et zones pour quatre années de référence : 1990, 2000, 2005 et 2010. Voici quelques conclusions du rapport 2010 sur la situation générale des forêts mondiales :

- Les forêts occupent 31% de la superficie totale des terres ;
- La déforestation semble diminuer, mais elle se poursuit à un rythme alarmant ;
- Les grandes plantations d'arbres ont réduit considérablement la perte mondiale nette de forêts ;
- L'Amérique du Sud et l'Afrique continuent d'avoir la perte nette de forêts la plus élevée ;
- La superficie des forêts plantées s'étend et occupe maintenant 7% de la superficie forestière totale ;

Les forêts et les arbres sont plantés pour de multiples usages et représentent 7% environ de la superficie forestière totale, soit 264 millions d'hectares. Entre 2000 et 2010, la superficie des forêts plantées s'est accrue d'environ 5 millions d'hectares par an. La majorité de cette expansion est imputée au boisement (c'est-à-dire à la plantation d'espaces qui n'avaient pas été boisés récemment), notamment en Chine.

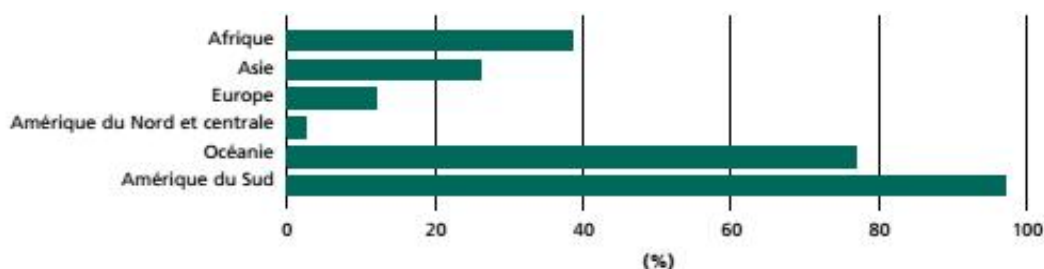
Dans la plupart des régions, hormis en Europe, le taux d'établissement des forêts plantées a augmenté au cours des 10 dernières années par rapport aux années 90. Compte tenu de la tendance actuelle, on peut s'attendre à une nouvelle hausse à 300 millions d'hectares de la superficie de forêts plantées d'ici à 2020.

Dans les dix années de 1998 à 2007, au niveau mondial, plus de 10 millions d'hectares par an ont été boisés ou reboisés, principalement avec des espèces indigènes. La Chine représente une forte proportion de cette superficie. Des espèces introduites ont été employées, en moyenne, à un taux de 29% pour le boisement et de 36% dans le cas du reboisement.

➤ CONTEXTE EN AMERIQUE DU SUD

Les trois quarts de toutes les forêts plantées consistent en espèces indigènes, alors qu'un quart comprend des espèces introduites et ce notamment dans la ceinture tropicale. En Amérique du Sud (notamment le cas du Brésil), en Océanie et en Afrique subsaharienne, un certain nombre de pays ayant une superficie importante de forêts plantées indiquent dans leur rapport qu'ils plantent presque exclusivement des espèces introduites. Dans les régions tempérées et boréales d'Europe et d'Amérique du Nord et dans les pays des zones arides, les espèces introduites sont utilisées dans une moindre mesure.

Le diagramme et le tableau ci-dessous montrent, par grandes zones géographiques, la répartition et la proportion de forêts plantées en espèces introduites et en espèces locales. L'Amérique du Sud plante à plus de 95% d'espèces exotiques¹ et le Brésil est en tête de liste (*Eucalyptus sp.*, *Pinus sp.* et *Acacia sp.*).



Proportion de forêts plantées composées d'espèces introduites. Source : FRA 2010.

Région/sous-région	Disponibilité des informations		Superficie de forêts plantées		Superficie de forêts plantées principalement composée d'espèces introduites	
	Nombre de pays	% de la superficie forestière totale	1 000 ha	% de la superficie totale de forêts plantées	1 000 ha	% de la superficie de forêts plantées
Afrique de l'Est et australe	13	37,1	3 012	73	3 007	99,8
Afrique du Nord	5	97,5	7 449	92	481	6,5
Afrique de l'Ouest et centrale	12	26,5	1 778	56	1 251	70,4
Total Afrique	30	39,0	12 239	79	4 740	38,7
Asie de l'Est	2	83,7	89 306	99	22 828	28,9
Asie du Sud et du Sud-Est	6	27,7	10 846	42	1 735	16,0
Asie de l'Ouest et centrale	12	47,0	4 445	64	162	3,6
Total Asie	20	53,2	104 596	85	24 725	26,2
Europe sans la Fédération de Russie	30	82,2	41 913	80	7 183	17,1
Total Europe	31	96,5	58 904	85	7 183	12,2
Caralbes	11	67,0	519	95	164	31,6
Amérique centrale	3	44,8	94	16	76	80,7
Amérique du Nord	3	44,8	25 364	68	435	1,7
Total Amérique du Nord et centrale	17	45,0	25 977	67	675	2,6
Total Océanie	10	84,5	3 931	96	3 027	77,0
Total Amérique du Sud	9	76,0	12 375	90	12 019	97,1
Monde	117	66,6	218 022	83	52 369	25,2

Utilisation d'espèces introduites dans les forêts plantées par région et sous-région. Source : FRA 2010.

Néanmoins ces données sur l'Amérique du Sud et notamment le Brésil, n'empêche en rien l'existence d'initiatives récentes de dispositifs de recherche voués au développement et la promotion de plantation d'espèces indigènes menés par certains Etats Brésiliens en collaboration/commande aux services forestiers Brésiliens et centres de recherche.

Ce point sera notamment abordé dans le second volet du programme d'études de la Région sur les plantations biomasse.

➤ LES PLANTATIONS BIOMASSE (AGRICOLE ET BOISEMENT) POUR LES INDUSTRIELS

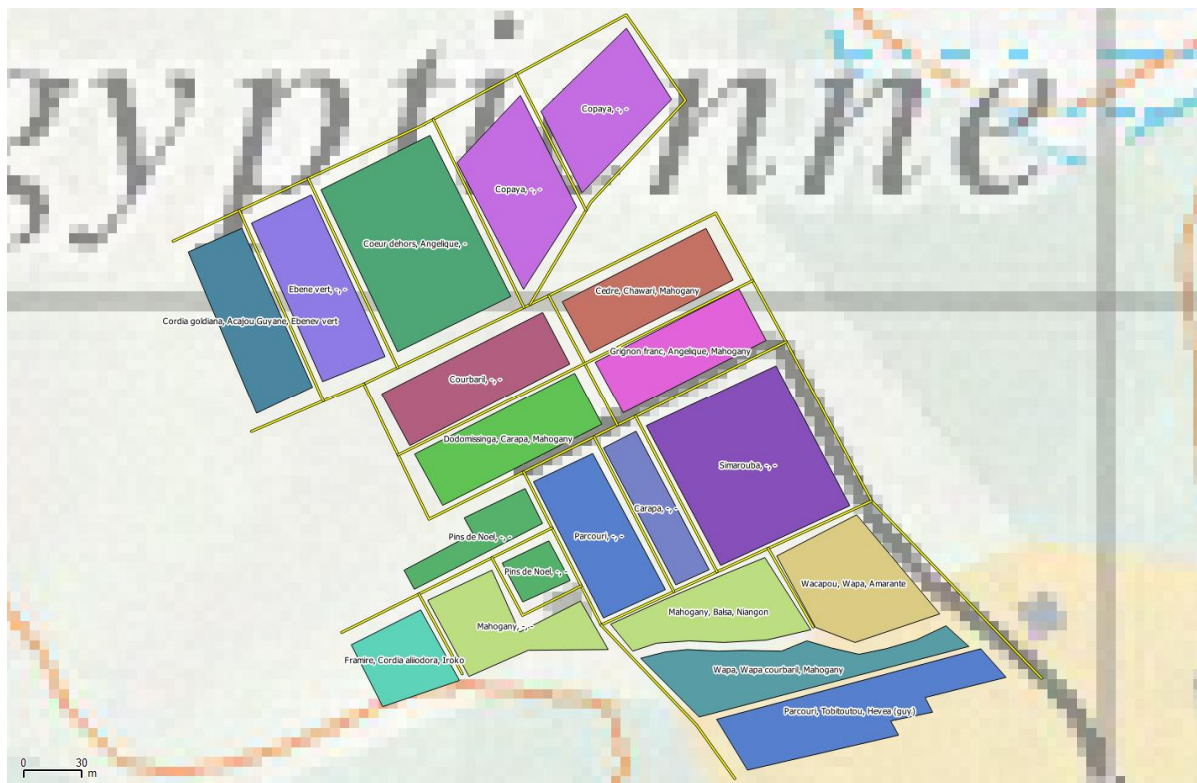
En Guyane, la Préfecture et la Région Guyane ont lancé un appel à manifestation d'Intérêt. De nombreux projets (notamment dans l'Ouest) exposeront une stratégie d'approvisionnement basée sur ces ressources (agricoles et bois).

Dans l'intérêt de la constitution et la sécurisation des approvisionnements de projets de centrales biomasses, les industriels s'interrogent sur la faisabilité des productions maîtrisées de biomasse, qu'elles soient d'origine de boisement ou d'origine agricole. Trois intérêts sous-jacents sont à souligner :

- Objectif quantitatif => Sécuriser l'approvisionnement par la maîtrise de la production ;
- Objectif qualitatif => homogénéisation et normalisation de la production ;
- Objectif éthique et de durabilité => la défriche ne pourra se faire a vitam aeternam.

¹ Par espèce exotique nous nous accordons sur la définition d'espèces allochtone ou espèce non indigène, sans entrer dans un débat de définition de limites temporelles et/ou géographiques.

Partie I => retour synthétique sur l'historique des grands programmes de recherche en sylviculture et mise en exergue des stratégies des instituts forestiers guyanais.



Plan des parcelles d'essais en essences locales et introductions de l'arboretum de l'Égyptienne. Source : ONF - Guyane.

III. ESSAIS FORESTIERS PASSES ET STRATEGIES EN GUYANE

1. HISTORIQUE DES ESSAIS EN GUYANE

➤ PREMIERES INITIATIVES

Depuis les années 70s 80s l'ONF et le CTFT/CIRAD ont mené de nombreuses expérimentations sylvicoles, et continuent encore aujourd'hui. Ainsi de nombreuses plantations d'essences exotiques (d'Afrique, d'Asie, d'Australie, d'Océanie...) et de nombreuses plantations d'essences locales en plein champs ou en sous-bois aménagés, avec des tailles/schémas expérimentaux/itinéraires très diverses ont existé sur le territoire de la Guyane. Les finalités de ces essais pouvaient revêtir plusieurs objectifs : de recherche en phénologie / écophysiologie forestière (enrichissement des milieux naturels ou plantations pures...), de production (bois d'œuvre, déroulage, trituration, papier...) et de développement de filières locales.

De nombreux échanges et veilles technologiques avaient été réalisés avec les pays voisins (Suriname, Brésil, Guyana...), avec des voyages d'étude organisés notamment pendant le plan papetier, ou encore des coopérations techniques et partages de compétences avec d'autres sites expérimentaux, notamment au Congo.

Les essais et les recherches portaient également sur la gestion des pépinières (approvisionnements, banques de graines/clones, conservation...), sur les techniques de reproduction (gestion des vergers à graines, techniques de bouturage, techniques de multiplication végétative...).

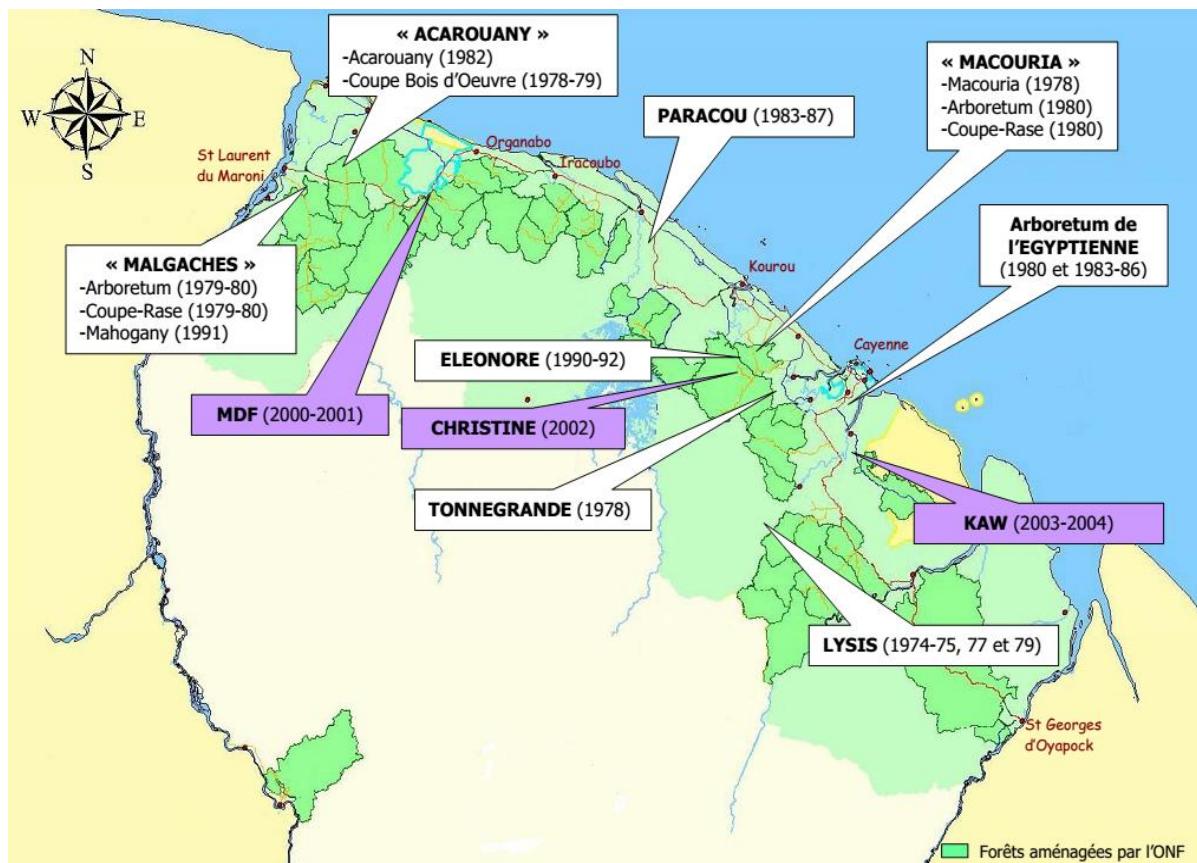
➤ NAISSANCE DES PROGRAMMES DE RECHERCHE

Il existe en Guyane près de 400 ha de plantations de pins caraïbe (*Pinus caribea*) localisés sur différents sites de la bande côtière. Ces plantations correspondent à des programmes de recherche et de développement forestier du CTFT et de l'ONF s'impliquant, dans les années 1975, dans la mise en place du Plan Vert pour la production de biomasse destinée à une utilisation industrielle (papetière ou autre). Aujourd'hui, les travaux d'entretien ne sont plus totalement assurés. De plus l'absence de débouchés réduit à néant toute valeur économique de ces peuplements.

Parallèlement des essais ont été réalisés sur différentes espèces d'eucalyptus (*E. urophylla*, *E. deglupta*, *E. grandis*, *E. pellita*, *E. Uro-grandis*...), avec de très nombreux essais de provenance. L'Eucalyptus, au même titre que l'Acacia *mangium*, ont fait l'office d'essai de taillis à courte rotation (TCR) pour la production de biomasse. Différentes études ont été menées par le CTFT sur des essences feuillues locales et exotiques (52 espèces testées en 125 essais) sur les sites de Paracou et Combi.

Pour sa part, l'ONF, dès 1974 sur la bande côtière jusqu'en 1992 dans la forêt pilote de Risquetout, a réalisé des essais sur des essences précieuses locales comme l'Angélique (*Dicorynia guyanensis*), le Courbaril (*Hymenea courbaril*), le Cœur dehors (*Diploptropis purpurea*)... ou exotiques comme le Mahogany Africain (*Kahya ivorensis*), le Teck (*Tectonis grandis*)... Les observations ont particulièrement porté sur la station forestière (sol, peuplement préexistant...), les techniques de plantation et le comportement particulier des essences. 15 dispositifs ont ainsi été établis pour plus de 70 ha.

Depuis 2000, une nouvelle génération d'essais est mise en place par l'ONF, s'intéressant à 7 essences locales (Angélique, Courbaril, Parcour, Cœur Dehors, Bagasse, Acajou de Guyane, Bois de Rose) sur 4 nouveaux sites totalisant 15 ha de plantations.



Essais de plantations existant en Guyane : anciens essais en blanc et en violet les nouvelles expérimentations installées entre 2000 et 2004. (GUITET, 2005)

➤ PREMIERES ORIENTATIONS SUR LA BIOMASSE

Le Centre Technique Forestier Tropical s'est installé en Guyane en 1975, suite aux grands projets papetiers envisagés en 1974. Rappelons que l'approvisionnement des usines papetières reposait dans un premier temps sur l'exploitation à blanc de la forêt naturelle puis était relayé par des plantations d'espèces papetières à croissance rapide : espèces principalement visées Pins caraïbes et Eucalyptus.

Pour la biomasse, c'est sur les travaux de CHATELPERRON, BOUILLET et MAURANGES que l'essentiel du travail avait été réalisé. Tout d'abord avec des essais de plantations pour le plan papetier en 1977, puis pour la production d'énergie en 1986. Des essais de densification et de rotations de coupes, autrement appelés des Taillis (Très) Courte Rotation (TCR), avaient été testés en 1983 puis en 1987 pour l'approvisionnement d'usine biomasse (SEM de 1983). D'autres essences exotiques avaient été testées (Pins, Acacias...).

Des essences locales pourraient également être envisagées mais n'ont pour le moment pas fait l'objet d'expérimentations dédiées à la production de biomasse énergie.

Conclusion : Plusieurs programmes de recherche ont donc été menés depuis une trentaine d'années et sur une certaine diversité de territoires. De nombreuses essences locales ou exotiques ont été testées. Ces essais étant mis en place dans le cadre de programmes, les financements sont pour la plupart taris au bout de quelques années, et la justification par les résultats de relancer les programmes doit se confronter aux avis des directions et aux changements de conjonctures. Très souvent les plantations ont été abandonnées faute de financement et/ou de résultats suffisant, alors que les tests sur les plantations forestières doivent être conduits sur du long terme étant donné que les plants arrivent à maturité au bout de plusieurs années et que des entretiens sont nécessaires pour mener à bien la plantation. Il est donc difficile aujourd'hui de pouvoir tirer des conclusions quant au succès de l'adaptation de telle ou telle espèce.

2. STRATEGIES DES INSTITUTS FORESTIERS DE GUYANE

Sans faire de distinction entre plantations forestières à vocation bois d'œuvre ou biomasse voir mixte, c'est en réalité deux stratégies de recherche qui ont été et sont mises en place par les deux Etablissements Publics à caractère Industriel et Commercial présents en Guyane ayant vocation à travailler sur le domaine forestier et la plantation forestière : l'ONF et le CIRAD.

➤ LA POSITION DE L'ONF

La stratégie de développement affichée par l'ONF sur la question des boisements artificiels est de prioriser la valorisation des essences locales pour la production de bois d'œuvre et pour la restauration des terrains dégradés.

- Extrait d'un article du Magazine de l'ONF Rendez Vous Technique (BEZARD, 2010) *« Depuis les années 1950, bien des pays de la ceinture tropicale ont eu recours aux plantations d'exotiques à haut rendement pour investir massivement les marchés du bois. La Guyane française, elle, a misé sur les performances d'espèces locales dans la reforestation des zones boisées dégradées, avec un succès expérimental certain concernant notamment la bagasse. La valorisation de ce potentiel original à plus grande échelle dépend maintenant de la structuration des filières guyanaises. »*

- Le document cadre d'Orientations Régionales Forestières (ONF-ORF, 2005) *« Les plantations (industrielles) jouissaient alors d'une image négative au niveau international. Bien souvent, elles semblaient remettre en cause les équilibres environnementaux des milieux ; par ailleurs, ces forêts « industrielles » généralement mono spécifiques s'étaient révélées difficiles à implanter en zone tropicale et écologiquement fragile, et de plus sans intérêt en termes de biodiversité. Aujourd'hui, le recours à des plantations d'essences locales apparaît au niveau environnemental comme un moyen de diminuer la pression anthropique sur les forêts naturelles tropicales largement en régression ou sujette à dégradation dans le monde ; ces forêts sont par ailleurs, sous les réserves précitées, beaucoup plus productives. » (...)*

« C'est ainsi qu'en Guyane le boisement et la plantation de certaines essences locales et indigènes font toujours l'objet d'expérimentation et d'essai pilote soit par le suivi d'anciennes plantations, soit l'implantation de nouvelles parcelles test. »

➤ LA POSITION DU CIRAD

La position du CIRAD (sous sa forme plus ancienne CTFT ou plus actuelle CIRAD-Forêt) est plus opportuniste : indigène ou exotique l'essence doit avant tout répondre à des préoccupations techniques et scientifiques pour découler sur le développement d'une filière ou d'un marché en Guyane ou ailleurs.

C'est ainsi que les équipes du CIRAD de Jean-Pierre BOUILLET et de Jean-Paul LACLAU travaillent au sein et en coopération du dispositif expérimental de l'université de l'ESALQ à Piracicaba au Brésil (Etat de Sao Paulo) pour des industriels sur les Eucalyptus et la recherche de schéma plus productifs (boisement mono spécifique de cette espèce exotique ou mixte d'Eucalyptus et d'Acacias).

C'est également le cas pour le CIRAD installé en Guyane, qui par exemple a récemment fait venir et planté à Kourou des semences de Teck en provenance de Malaisie (Coms. Pers. BERTHOULY).

➤ UNE MISE EN COMMUN DES DEUX MAIS PAS DE STRATEGIE PLANTATION BIOMASSE EVIDENTE POUR LA GUYANE

En 2011, l'ONF a redéfini sa stratégie R&D pour la Guyane (ONF-RD, 2011). Sur le sujet des plantations forestières cette stratégie aborde deux points, dans le cadre de ses problématiques à l'échelle régionale :

2.6 Etudier la faisabilité de la production de bois d'œuvre en Guyane à partir d'une sylviculture de plantation.

- Enjeux concernés : Assurer à moyen terme en substitution ou en complément de la production actuelle issue de la sylviculture en forêt naturelle une production plus intensive de bois d'œuvre issu de plantation d'espèces locales (ou exotiques)
- Proposition : faire une étude de faisabilité et de pertinence technico-économique sur la création de forêts de plantation pour la production de bois d'œuvre en Guyane
- Remarques : des études et expérimentations ont déjà permis de sélectionner diverses essences locales et d'étudier leur comportement et leur performance en plantation. Les autres aspects du problème (disponibilité foncière, coûts d'investissements et de gestion, valeurs de production et rentabilité économiques) n'ont par contre jamais été étudiés.

2.8 Etudier la faisabilité et la pertinence économique d'une sylviculture de production de bois d'œuvre à partir de plantations

- Enjeu : Assurer une production de bois d'œuvre plus intensive à partir de plantations d'essences locales (voir exotiques ?)
- Proposition : faire une étude de faisabilité et de pertinence économique par études documentaires et sur la base des essais déjà réalisés en Guyane.
- Remarques : si on possède quelques références techniques sur les conditions d'installation et les performances de plusieurs essences locales (pour mémoire la bagasse paraît une espèce prometteuse), l'étude des coûts d'investissement et d'entretien et le bilan prévisionnel économiques de telles opérations n'ont jamais été étudiés ; il conviendra aussi d'expertiser certains autres paramètres critiques de tels projets (disponibilité foncière, conditions de sols...).

Sur ces axes de recherche et développement, le CIRAD et l'ONF se sont rejoints activement depuis peu en lançant notamment une étude commune sous financement européen (PO FEDER – Etude du développement et des propriétés du bois de plantation d'espèces forestières guyanaises) qui vise à remesurer les volumes des plantations expérimentales passées et compiler les données qualitatives et techniques des matériaux bois produits en plantations. Quatre axes d'étude sont décrits dans le document déposé à l'Europe (source : NICOLINI-CIRAD) :

- (1) 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 ;
- (2) 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 ;
- (3) 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) ;
- (4) de restituer la quantité des différents types de biomasse dans les différentes parties des arbres plantés.

Cependant aujourd'hui, ni le CIRAD Guyane ni l'ONF ne communiquent une stratégie sur les plantations pouvant bénéficier à la production de biomasse (dédiée ou liée au bois d'œuvre). Pourtant, depuis les années 80s, le sujet biomasse est abordé dans les deux instituts, historiquement de nombreux essais ont déjà délivré des perspectives conduisant à de nombreux rapports de synthèses intermédiaires ou finaux.

L'ONF et le CIRAD dans leur étude biomasse (ONF & CIRAD, 2007) ont écarté le scénario de la plantation sur de grandes surfaces. Les arguments principaux étaient :

- une voie économiquement non rentable dans les conditions de travail régies par le code du travail français ;
- un contexte pédoclimatique impossible à définir en raison de la surface ;
- un risque sanitaire trop élevé.

Ils concluent qu'aucune expérience d'ampleur n'avait marché en contexte Amazonien pas même le projet JARI. Les Directives Régionales d'Aménagement forestières (ONF-DRA, 2009), copient d'ailleurs stricto sensu les mêmes conclusions.

En parallèle, la filière est en fort développement en Amapa, alors qu'aucune initiative n'a vu le jour en Guyane. Les expériences des grands projets contemporains brésiliens sur les plantations à vocation de production de biomasse seront présentées dans le second rapport du programme d'étude mené par la Région sur les plantations biomasse.

➤ ONF ET CIRAD – PARTENAIRES TECHNIQUES ET DE DEVELOPPEMENT

Les questions foncière, environnementale, éthique voir réglementaire risquent de freiner fortement l'ONF dans la proposition d'une stratégie de développement et la prise de position politique (Coms. Pers. DESCROIX & KARR).

L'Office est gestionnaire exclusivement d'espaces forestiers naturels en Guyane. Sa stratégie de gestion s'oriente vers l'exploitation à faible impact et la préservation des écosystèmes. L'Office ne souhaite pas se mettre en porte à faux par rapports aux efforts développés jusqu'à aujourd'hui sur la minimisation des impacts et le développement de la filière pour les produits bois d'œuvre.

L'Europe par ailleurs redouble de vigilance par rapport aux projets incitant les biocarburants/biocombustibles, car elle ne veut pas que ces projets se développent au détriment des forêts primaires. Ces raisons peuvent être suffisantes pour que l'ONF se positionne en observateur dans un premier temps, au moins le temps que la filière biomasse fasse ses preuves.

A contrario le CIRAD s'est déjà manifesté comme potentiel partenaire technique et scientifique dans d'éventuelles phases d'expérimentations (Coms. Pers. BOUILLET), pouvant apporter leurs expériences et leurs protocoles à l'image de ce qui est fait avec les industriels de l'Etat de Sao Paulo.

L'ONF et le CIRAD ont mené des projets favorisant les essences locales. Certains résultats sont encourageants mais la communication et la diffusion sont très limitées, et aucun cahier de prescription technique n'existe pour permettre à des acteurs privés de structurer une filière. Aucun des deux établissements en local ne positionne la sylviculture de biomasse énergie comme un axe majeur de sa stratégie. Toutefois des partenariats techniques/scientifiques pourront être envisagés afin de bénéficier de leurs retours d'expériences.

**Partie II => volet résultats passés sur les expérimentations
sylvicoles contextualisées à un objectif de production de
biomasse énergie.**



Source : Essais de plantations de diverses essences Guyanaïses sur Pointe Combi. Source : CIRAD - Bouillet.

IV. LES PLANTATIONS FORESTIERES EN GUYANE

1. INTRODUCTION

Une plantation est une exploitation de cultures à forte valeur économique destinée à la vente. La plantation forestière est une technique culturale qui met en terre des jeunes plants forestiers (souvent sélectionnés) élevés en pépinière. Un travail du sol est généralement conduit avant plantation. Très développée en Europe de l'Ouest au XX^{ème} siècle la plantation est en accord avec la rationalisation de la sylviculture et une volonté de maîtriser le matériel végétal et sa génétique.

Cette technique sylvicole est en concurrence avec le semis direct qui est considéré comme plus aléatoire et où il y a peu de standardisation des arbres. Le semis-direct est une autre technique de « plantation forestière ». Elle est basée sur l'introduction directe de la graine dans le sol sans passer par un travail préalable du sol, ni une culture en pépinière. Elle demande une bonne connaissance du taux de germination des graines pour obtenir un taux de réussite satisfaisant.

La plantation tient généralement compte des conditions pédoclimatiques et de leur adéquation avec les espèces choisies. L'origine des graines ou plants est primordiale pour assurer une plantation de qualité. Mise en place de manière artificielle, la plantation doit être entretenue et nécessite des compétences techniques (contrôle de la densité des semis, travaux forestiers ...). Il s'agit donc d'implanter une essence qui se serait d'elle-même moins développée en conditions de non intervention (« conditions naturelles »).

2. PROBLEMATIQUE

Parmi les nombreux essais existants en Guyane, quelles sont les enseignements qu'il est possible d'en tirer dans le cadre d'une application biomasse ? Quelles sont les essences à privilégier ? Les résultats permettent-ils de développer des plantations biomasse ?

3. RESULTATS SUR LE PLAN PAPETIER/BIOMASSE

➤ LE PLAN PAPETIER

A partir de 1975, le Plan Vert, mis au point après toutes les consultations nécessaires, y compris près d'acheteurs potentiels à l'étranger (jusqu'au Japon) sur mission de la Direction des Eaux et Forêts (ancienne ONF), avait pour ambition de faire de la forêt un levier de progrès économique pour la Guyane.

Ce sont tout d'abord les inventaires papetiers sur la frange littorale, inventaire au 1/1000^{ème}, qui ont permis d'appréhender le volume sur pied de la forêt.

Il était alors prévu une exploitation de tous les arbres de plus de 40 cm de diamètre (soit environ 125 m³/ha), dont 30% environ auraient été destinés au sciage de qualité supérieure 1^{er} choix.

Les 70% restants auraient été destinés à alimenter des sciages de 2^{ème} choix et des transformations en charbon et papier. Cette exploitation intensive était légitimé nécessaire pour couvrir les dépenses d'équipements (inventaires, pistes, etc...).

Une sylviculture dynamique était ensuite préconisée, avec dégagements de semis et plantation d'essences à forte croissance ou produisant un bois de qualité technologique éprouvée (Marchand, 1979).

Une première tranche de projet, portant sur 300 000 ha au Sud de Cayenne, entre le Kourou et l'Approuague, prévoyait la création d'unités de sciage et de déroulage, de pyrolyse pour la fabrication de charbon et de produits de distillation, d'installation de broyeurs pour la production de copeaux destinés à la pâte à papier.

Une deuxième tranche entre Kourou et Sinnamary, envisageait l'installation d'une usine de pâte capable de produire 270 000 tonnes par an et employant 1500 à 2000 personnes. Ces projets ne furent jamais mis en œuvre, faute d'investisseurs intéressés, malgré l'accompagnement économique de l'Etat et les programmes de recherche engagés notamment sur des essais sylvicoles.

Le plan papetier tombant à l'eau, une réorientation sur le bois énergie arrive sur le début des années 1980 pour un projet de centrale de 8-10 MWe à Dégrad des cannes. Ainsi en 1982, le CTFT (ancien CIRAD-Forêt) et Agrotechnip travaillent sur le « Projet Bois Energie – Etude de Préfaisabilité de l'Approvisionnement de la Centrale à Bois » (CTFT, 1982 ; Agrotechnip, 1983), qui conduira à la création d'une SEM en Mai 1985 dans laquelle la Région Guyane avait 51% des parts.

Pour ce projet, l'approvisionnement de la centrale atteignait un besoin compris entre 146 000 tonnes et 190 000 t/an approvisionné sur les massifs de Nancibo et de Montsinery, pour une surface annuelle impactée de 717 à 934 ha direct.

NB : Dans ces rapports, il n'est nullement fait état des plantations sylvicoles, l'approvisionnement se base sur une défriche continue sur 20 ans pour la création de terres agricoles.

➤ LES RETOURS D'EXPERIENCES SUR LES PINS (ONF + CTFT)

Pendant le plan papetier des plantations expérimentales de pins des Caraïbes furent effectuées sur la plaine côtière, entre Matoury et Saint-Laurent, sur environ 500 ha. Et il fut conseillé de les étendre sur 70 000 ha disponibles afin de pouvoir produire d'avantage de bois d'industrie. Toutefois, la première introduction du Pin des Caraïbes remonte à 1954.

Les plantations sont toutes réalisées par l'ONF ou le CTFT dans le but de tester les meilleures techniques de reboisement et de pratiquer l'expérimentation en conditions réelles du comportement des peuplements en vue des programmes plus vastes précités.

Les reboisements (hors plantations ornementales comme sur Kourou) ont été faits sur les sites et avec les surfaces suivantes :

- Réserve des malgaches ONF (1963-1967) pour 55,7 ha ;
- St Maurice ONF (1960 – 1970) pour 68,5 ha ;
- St Jean du Maroni ONF (1965 – 1969) pour 24,2 ha ;
- Malgache ONF (1975 – 1978) pour 26 ha ;
- Savane bois changement ONF (1976 – 1979) pour 99,62 ha ;
- Acarouany ONF (1977 – 1979) pour 98,57 ha ;
- Macouria ONF (1978 – 1979) pour 98,57 ha ;
- Tour de l'île ONF (1965 – 1969) pour 6,25 ha ;
- CTFT 8,5 ha à Sinnamary
- CTFT 4 ha sur Combi
- CTFT 5 ha sur Quesnel
- ...

Des tests et des essais très importants et complets

D'innombrables tests et expérimentations ont été réalisés (ONF, 1980) comme :

- Des tests de provenances entre variétés et entre sites de provenances d'une même variété : les variétés les plus appréciées du Pin Caraïbes venaient du Honduras ;
- Des tests de mélanges de différentes espèces : notamment en mélangeant le *Pinus oocarpa* et le *Pinus carai-bea* ;
- Des tests sur la croissance en fonction des types de sols : ainsi le *Pinus carai-bea* variété *hondurensis* est meilleur en zone de savane et le *Pinus oocarpa* meilleur en zone forestière ;
- De nombreux essais en pépinières pour la germination : semis à la volée ou en tubette, taux de germination, suivi de fonte...
- De nombreux essais en pépinière pour le repiquage : racine nue, paperpots, sachet polyéthylène, fertilpots... compositions des terres de repiquage ;
- Des essais sur l'âge des plants et sur leur taille à la plantation : quoi qu'il en soit la contrainte de l'envahissement par la végétation naturelle demeure et l'utilisation de plantes de couverture n'a jamais été testée, amenant à des plants mobilisant la pépinière sur 6 à 18 mois (en métropole 2 à 4 mois par exemple) ;
- Des comparaisons de croissances en fonction du type de défriche : ainsi la défriche manuelle, moins contraignante, semble apporter les meilleurs résultats, même si la technique de défriche au Bulldozer utilisée limite le décapage par l'usage de la lame ROME pour l'abattage et du râteau FLECO pour l'andainage, sans travail du sol en sortie, la compaction du sol induit un effet négatif sur la croissance ;
- Des comparaisons sur les techniques de finition du terrain/préparation du sol : la défriche mécanique peut permettre la mécanisation et la préparation des terrains, cette dernière n'a jamais été testée avec un travail en profondeur (sous-solage, cover-crop forestier...), par contre de bons résultats sont apparus lorsque un gros broyeur à marteau est venu déchiqueter les débris ligneux effectuant en même temps un travail léger du sol ;
- Des essais, sur sol de savane, de différentes méthodes de travail/entretien du sol : les meilleurs résultats viennent de l'association du rotavator et de la sous-soleuse, cette dernière technique de sous-solage ayant été préconisée plus tard par l'INRA (1987) pour la mise en culture agricole des savanes littorales (non sableuses) visant à améliorer le drainage de ces sols difficiles et à profiter de la couche d'argile en profondeur ;
- Les plantations étaient généralement effectuées avec une densité de 1100 plants par hectare, mais les espacements ont pu varier : 3 x 3 m ; 3 x 2,75 m ; 2,3 x 3,3 m ; 4 x 2 m... ;
- Des essais sur les densités initiales de plantation : les rares expériences ont été menées sur Saint Laurent du Maroni, sans pouvoir apporter de résultats probants, toutefois la largeur entre lignes doit être au moins de 3 mètres pour permettre la mécanisation et l'entretien ;
- D'innombrables essais en fertilisation : périodes, fréquences, compositions... toutefois aucune fertilisation en profondeur n'a été menée, comme un sous-solage incorporant des engrais racinaires à diffusion lente à 1 mètre dans le sol et permettant de booster massivement la plantation à son installation ;
- Des essais sur les techniques d'entretiens : dégagements manuels, broyeur à axe horizontale et/ou vertical (gyrobroyage et/ou rotavator), herbicides, broyeur à marteau, débroussailluse landaise... là encore l'on remarque que l'utilisation des plantes de couverture n'a jamais été envisagée ;
- De rares essais d'éclaircies : effectivement aucune éclaircie ne semble avoir été menée sur les plantations de Sinnamary et Macouria, pourtant des résultats très intéressants ont été apportés lors d'essais sur la forêt des Malgache, avec des parcelles avec forte éclaircie à 10 ans (375 plants restants) ayant les mêmes volumes qu'une parcelle avec éclaircie plus faible (550 plants restants) dès la troisième année après l'éclaircie ;

Les résultats généraux sur le Pin :

Comme on a pu le voir, les Pins ont été très étudiés en Guyane. Selon les développeurs de l'époque, cette espèce était appréciée également parce qu'elle résistait bien aux incendies qui sont fréquemment déclenchés dans ces savanes.

Initialement, les cycles culturaux étaient estimés sur 15 ans, avec un besoin important en fertilisation au démarrage pour stimuler cet objectif final mais également se libérer le plus rapidement de la contrainte de concurrence avec les mauvaises herbes.

Ce n'est qu'à l'âge de 2 à 3 ans que les arbres semblent se dégager des contraintes de concurrences. Quand les sols le permettent, un travail de la terre en profondeur, avec dépôt de fertilisants racinaires à diffusion lente, pourraient permettre de raccourcir ces délais.

Les arbres atteignent 5 mètres au bout de la quatrième année. L'accroissement de la surface terrière est compris entre 1,15 et 1,94 m²/ha/an, permettant en moyenne d'arriver à une valeur de 30 m² à 14 ans. La fertilisation a un rôle très fort, pouvant pousser l'accroissement de la surface terrière à des valeurs de 4,8 m²/ha/an, soit une surface terrière de 30 m²/ha atteinte en 8-10 ans, situation d'exploitabilité favorable pour la biomasse.

En accroissement de volume cela représente 14 m³/ha/an sans fertilisation sur 15 ans, soit environ 210 m³ par hectare, et cela représente des accroissements supérieurs à 25-30 m³/ha/an dans des peuplements de 10 ans avec fertilisation. Un volume de 200 m³/ha à 250 m³/ha serait obtenu en 14 ans pour des parcelles "non fertilisées" et en 10 ans lorsqu'il y a apport d'engrais.

Attention ces chiffres sont probablement sur estimés car, les ingénieurs forestiers (ONF, 1980) posaient ces hypothèses de résultats sans avoir les courbes précises d'accroissement année par année, et n'utilisant pas de tarif de cubage adaptés aux peuplements de Pins étudiés.

Par ailleurs, dans le cadre d'un usage biomasse, ces résultats bien qu'encourageants, sont à reconfirmer dans le cadre d'une analyse de la densité de ces Pins et de leur PCI.

Les itinéraires sont clairement perfectibles :

- en intégrant des matériels permettant de mieux préparer le sol et d'amender en profondeur ce dernier ;
- en utilisant la connaissance du monde agricole sur les plantes de couvertures et leur apports en préparation/accompagnement des sols sylvicoles ;
- en effectuant une à deux éclaircies, à 5 ans puis à 10 ans, permettant de produire plus de bois (à vocation énergie, voir œuvre sur les bois finaux) sur une rotation globale de 15 ans, tout en approvisionnant la centrale sur des pats de temps réguliers cyclés à 5 ans ;
- ...

Par ailleurs un travail de mise à jour du matériel génétique existant/disponible est à réaliser, la sélection de semenciers performants (croissance, densité et PCI) a forcément avancé depuis les années 80s, et dépassé les capacités des pins des plantations Guyanaïses.

➤ LES RETOURS D'EXPERIENCES SUR L'EUCALYPTUS ET ASSOCIATIONS (CTFT)

L'Eucalyptus a également été très étudié, précisément par le CTFT puis le CIRAD-forêt, notamment à partir du moment où les projets de développement économique de la Guyane se sont tournés vers un projet de biomasse énergie.

Même si l'Eucalyptus n'a pas bénéficié des mêmes surfaces d'expérimentation que le Pin avec l'ONF, le CTFT a tout de même abordé la plus part des sujets cités précédemment pour le Pin : sélection, hybridation, production des plants, itinéraires de plantations et densités, itinéraires de conduite de culture, écartements, fertilisation et aspects sanitaires, âge de coupe... Toutefois les essais n'ont porté que sur des surfaces relativement réduites de quelques hectares.

Pour l'Eucalyptus nous concentrerons notre attention sur les essais et les rapports dédiés à la production de biomasse (Barbier & Mauranges, 1983 ; Ayphassorho et al, 1983 ; Mauranges, 1984 ; Bouillet et al, 1986 ; De Chatelperron, 1987).

Il a également été testé des itinéraires d'association avec l'*Acacia mangium* ou le *Leucaena leucocephala*, ces deux dernières espèces ayant également fait l'objet de recherches pour la production de biomasse en plantations mono spécifiques. Toutefois, les meilleurs résultats observés étant sur l'Eucalyptus, et le rapport de la DEAL récemment publié « Les invasions biologiques en Guyane – Note de synthèse concernant le caractère envahissant d'*Acacia Mangium* » (Biotope, 2010), nous invitent à nous focaliser sur l'Eucalyptus, plus productif et sans caractère envahissant apparent dans les schémas intensifs de plantations...

Les résultats généraux sur l'Eucalyptus :

Le premier essai d'Eucalyptus mis en 1977 à Paracou, consistait à tester un certain nombre d'espèces ou hybrides différents implantés après défrichement manuel de la forêt primaire (Ayphassorho et al, 1983). Il en ressortait que c'était à l'âge de 4 ans que se situerait l'âge d'exploitabilité (accroissement annuel maximum) pour toutes les espèces et que les plus productives étaient *E. urophylla* avec un volume produit de 132 m³/ha en quatre an, soit 30 à 35 m³/ha/an, les autres clones atteignaient un volume entre 73 et 111 m³/ha. Ces résultats semblent compatibles avec une activité biomasse.

Le second essai mis en place en 1978 consistait à comparer 10 provenances d'Eucalyptus, avec 7 variétés de type *E. urophylla* et 3 variétés de type *E. deglupta*. Toutefois, les placettes d'essais ne faisant que 49 plants, l'interprétation des résultats et l'estimation des volumes extrapolés à l'hectare sont limitées. Par ailleurs la défriche mécanisée a été opérée quand les sols étaient détrempés. Pour les trois meilleurs blocs l'on obtient des volumes papetiers de 9,3 à 14 m³/ha/an (à l'âge de 4 ans), soit une chute de 65% des rendements en lien avec une défriche très mal conduite.

Début 1980, les idées du projet de centrale biomasse naissent. En parallèle des programmes de défriche pour la création de terres agricoles, le CTFT souhaite alors tester la possibilité de production contrôlée de biomasse énergie. Ainsi un autre programme se dessine autour de l'Eucalyptus pour la mise en œuvre d'essais sur des TCR et TCCR (Taillis à (Très) Courte Rotation) selon les axes d'étude suivant :

- Un essai sur les distances de plantations – « essai écartement » => Espacement 1 m x 1 m l'âge de coupe se situe avant 2 ans, espacement 2 m x 2 m l'âge de coupe se situe entre 3 et 3,5 ans, espacement 3 m x 3 m l'âge de coupe se situe entre 3,5 et 4,5 ans ;
- Un essai sur les durées de rotation des coupes – « essai rotation-écartement » => plusieurs rotation (2-3-4 ans) ont été testées, avec suivi du nombre de rejets, qualité des rejets, suivi de l'accroissement de la surface terrière et de la mortalité, production en volume... on obtient un volume de 30 m³/ha/an sur les écartements 1 m x 1 m (soit 15,6 TMS/ha/an) et de 3 à 8 m³/ha/an (soit 3,6 TMS/ha/an) sur les écartements 2 m x 2 m, la première rotation (passage

de franc-pied au taillis) provoque une baisse annuelle des volumes produits par la mortalité des souches, par contre les rotations suivantes ne semblent pas significativement faire baisser les rendements ;

- Un essai sur la fertilisation à partir de l'étude de la bio minéralomasse exportée => sans apports d'engrais et de matières fertilisantes, quelques soient les itinéraires écartement/rotation la plantation décapitalise les sols.

Un bilan global de ce programme existe (De Chatelperron, 1987). Il s'avère que les résultats sont décevants, en lien principalement à la pauvreté des sols après défrichement et aux coûts d'exploitation et d'entretien. Par ailleurs, ce programme ne permet de tirer aucunes conclusions sur les itinéraires techniques à privilégier :

- Il y a eu non respects et positionnement aléatoire des blocs, de fait tous les blocs 1 m x 1 m se sont retrouvés sur des sols profonds et alimentés en eau, les blocs 2 m x 2 m sur des sols de profondeur moyenne, les blocs 3 m x 3 m sur des sols très superficiels (citation - De Chatelperron, 1987 : « ... *espacement 3 m x 3 m ... et dans le cadre de plantations industrielles, on aurait évité ce type de sols si bien que les informations qu'on aurait pu tirer de ces placeaux sont d'un intérêt très limité* ») ;
- Les mesures ont été opérées au centimètre recouvert (augmentation de l'erreur de mesure sur les petits bois et fortes densités), par différents opérateurs et en différentes saisons ;
- La règle de définir l'âge de coupe définit par une valeur rejointe de l'accroissement moyen par l'accroissement courant comme le moment le plus rentable d'exploitation est discutable ;

Sur ce dernier point, le fait d'arrêter l'âge d'exploitation au moment du maximum d'accroissement est une erreur. L'âge d'exploitation doit se mesurer en fonction de deux sources d'informations :

- le moment où la moyenne des accroissements annuels baisse ;
- le calcul du taux de rentabilité intégrant l'immobilisation du capital foncier en fonction de la durée de la plantation et de son volume.

Des plantations en 1995 visaient à tester des hybrides et des souches pures ayant déjà apportés des lots d'observations encourageantes. Les arbres de ces essais ont eu des croissances initiales fortes. Les croisements *E. urophylla* x *E. grandis* (soit de manière contemporaine pour son usage répandu *E. urograndis*) et les essais en pure d'*E. urophylla* et d'*E. pellita* ont apporté les meilleurs résultats, les plus grands arbres des plantations mesurant 12 mètres à 1 an (Verhaegen, 1997).

4. QUELQUES RESULTATS SUR LES EXPERIMENTATIONS ONF :

➤ BILAN ONF AVANT 1990

En 1989 l'INRA (Montpied, 1989) a mené une étude sur tous les essais de plantations effectués jusque-là en Guyane : ils étaient alors au nombre de 125, menés par les différents instituts de recherches. Ces essais étaient très diversifiés quant aux techniques employées et aux essences plantées (52 essences différentes, locales ou exotiques, précieuses ou à croissance rapide), ce qui n'a pas permis de tirer des conclusions probantes (Moreau, 1995). La majeure partie de ces plantations ont été un échec (INRA, 1989 – ONF, 2002) avec différentes causes :

- itinéraires sylvicoles inadaptés (plantations en layons sous couvert forestier complet à Lysis) ;
- choix et préparation du sol peu soignés (décapage au Bulldozer à l'Egyptienne) ;
- manque de connaissance générale sur l'autécologie des espèces.

➤ LE BILAN DE L'INRA :

Pour sa synthèse en 1990, l'INRA s'est focalisée sur les points suivants :

- La station forestière : nature du terrain, peuplement préexistant (forêt primaire, secondaire ou savane), conditions climatiques (période de plantation), les sols...
- La technique de plantation utilisée (en plein découvert, en layon, sous couvert), le mode de préparation (défrichement manuel, abattis brûlis, défrichement mécanique, défrichement mécanique plus brûlis), le mode d'élevage des plants (en racine nues, en mottes, en sachets, en pots...)

Les résultats généraux au niveau station forestière

L'étude montre que finalement la meilleure solution réside dans l'association « substrat cristallin + forêt primaire préexistante + abattis-brûlis » et la moins bonne dans l'association « substrat sédimentaire + forêt secondaire pré existante + défrichement mécanique ».

Toutefois il est important de signaler que les itinéraires mécanisés étaient très souvent mal conduits, comme il a par exemple été le cas de l'arboretum de l'Egyptienne, où les sols ont été raclés à la lame du Bull et sévèrement traumatisés.

Par ailleurs, les travaux de préparation du sol étaient souvent très superficiels (simple passage au Cover Crop), voir plus régulièrement absents étant donné l'enclavement de certains sites et/ou le maintien des souches qui limitent la mécanisation des terrains. Le travail préparatoire des sols est le point clef de la réussite d'une plantation forestière (INRA, 1987).

Le bilan de l'INRA (1989) explicite également la grande importance du climat : les mois qui précèdent la plantation doivent être secs pour limiter l'érosion, les trois mois qui la suivent modérément pluvieux pour favoriser la croissance et la reprise des jeunes plants. Il est donc souhaitable de planter en Novembre-Décembre ou en Juin-Juillet.

Les résultats généraux au niveau techniques culturales

L'INRA a édicté de nombreuses préconisations en termes de pratiques. L'INRA insiste sur les taux de reprises souvent très bas et conseille d'apporter un très grand soin aux plants en pépinière et lors de la plantation. De même, le manque d'entretien est assez récurrent et l'absence (ou l'apport tardif) de travaux en vert est récurrent (entretien du sous-bois sur les premières années d'installation, élagage, éclaircie...). L'arboretum de l'Egyptienne est l'exemple le plus flagrant : des taux de reprises selon la parcelle très faibles, une mortalité très élevée, une absence par période de travaux en vert, une compétition avec la végétation naturelle non maîtrisée, un manque d'éclaircies...

Sur le bilan plantation lui-même, il est mis en évidence le niveau excessif des frais d'installation et d'entretien. Les plantations d'essences précieuses locales en « pleins » après défrichement mécanique ou en « layons » au sein du peuplement naturel semble être à éviter (Inra, 1989 ; Moreau, 1995 ; Guitet, 2004). Toutefois la mécanisation n'a jamais été testée avec des matériels et des techniques forestières.

En revanche, les meilleurs résultats auraient été obtenus sur le dispositif de Tonnégrande (plantation en 1978) qui a connu une plantation de Courbaril après un abattis brûlis et peu de dégagement (ONF, 1990). Sur l'Egyptienne le Mahogany semble également sortir du lot.

Toutefois, dans les phases de tentatives d'éclosion du plan papetier, il est cité que des reboisements en essences précieuses furent expérimentés : Acajou de Guyane (Cède), Cœur-dehors, Parcoury, Courbaril, Jacaranda... et que les dernières Directives d'Orientation Forestières (D.O.F) conseillaient de poursuivre de tels essais (Marchand, 1979).

➤ PLANTATIONS ELEONORE 1990

Suite à l'échec du plan papetier et des projets biomasse, l'ONF a écarté de ses priorités les essais de plantations forestières au profit de programmes « d'enrichissement » sur des forêts pilotes comme la forêt de Risquetout, dans l'enceinte de laquelle se trouvent les plantations d'Eléonore. Ces dernières ont également vécu un manque d'entretien. C'est en 1990, que l'ONF décide de relancer des programmes d'essais pilotes, notamment sur Eléonore (cf. Carte page 9).

Il est intéressant de noter un des commentaires fournis dans le rapport d'évaluation à 5 ans des plantations (Moreau, 1995), expliquant que l'un des facteurs de difficulté à la mise en œuvre par l'ONF est en grande partie un problème de coût lié au besoin de défriche initiale et de préparation des terrains.

Ainsi, ils ne prévoyaient plus de planter des zones de forêts primaires ou secondaires, en raison des coûts élevés par rapport aux bénéfices prévisibles, mais de positionner les intérêts de ces recherches pour une finalité de mise en valeur des zones anciennement défrichées par l'agriculture d'abattis traditionnel ou délaissées suite au Plan Vert.

Cependant, les essais ont été conduits sur sols forestiers, de fait la transposabilité des résultats pour du reboisement de terres dégradées est non vérifiable.

Les essences expérimentées et itinéraire technique

Les essences choisies sont :

- Le « Courbaril » (*Hymenea courbaril*), essence naturellement présente en Guyane, planté en 3m x 3m (1111 plants/ha), planté à 10 mois ;
- Le « Cœur Dehors » (*Diplotropis purpurea*), essence naturellement présente en Guyane, planté en 3m x 3m (1111 plants/ha), planté à 10 mois ;
- Le « Mahogany » (*Swietenia macrophylla*), essence naturellement présente dans le bassin amazonien, protégé CITES au Brésil, planté en 4m x 4m (625 plants/ha), planté à 6 mois.

Précisons que :

- les graines ont été récoltées sur la réserve de Montabo près de l'ONF, donc pas nécessairement sur semenciers reconnus pour leur génétique ;
- la plupart des plants forestiers sortent généralement entre 2 et 4 mois de la serre d'acclimatation, contre 6 ou 10 mois dans le cas présent ;
- aucun travail du sol n'a été réalisé ;
- les conditions climatiques à la plantation n'étaient pas bonnes, puisqu'il pleuvait fortement, et que les planteurs rapportaient un engorgement important des sols.

Par ailleurs des problèmes d'ingénierie financière dans l'évaluation des besoins sur cinq ans d'expérimentation, ont limité les travaux d'entretiens des plantations. Ainsi il était initialement prévu des dégagements en 1990, 1991, 1992 et 1993, par surconsommation des crédits en sortie de l'établissement des plantations, un seul dégagement aura été opéré en 1991.

Résultats et commentaires

Aucune conclusion n'est exploitable pour le Cœur Dehors, les jeunes plants ayant été détruits/mangés par des Maïpouris. Les Courbarils ont eu une très faible croissance, mais sont fortement concurrencés par le recrû et présentent une importante hétérogénéité à la parcelle. Les Mahogany ont été fortement attaqués par des insectes, mais présentent des taux de croissance plutôt remarquables.

La faible croissance vient d'une plantation de plants beaucoup trop vieux (pour rappel entre 6 et 10 mois), sachant par exemple que le Courbaril à un système racinaire qui se développe très vite et qui prend énormément en profondeur et en volume en pépinière.

Le dégagement des arbres et/ou la limitation de la concurrence avec la végétation naturelle qui repousse est un point clé de la réussite d'une plantation forestière, ce paramètre n'a pas été contrôlé. Le monde agricole a sur ce point beaucoup à apprendre au monde forestier avec les plantes de couverture et d'enrichissement.

➤ PLANTATIONS CONTEMPORAINES (2000 à 2004)

De 1992 à 2000, les essais de plantations sont abandonnés au profit du développement prioritaire des techniques d'aménagements forestiers adaptés à la Guyane. L'ONF-Guyane cherche en 2000 à relancer un programme de plantations d'essences précieuses. Les raisons avancées sont :

- Les plantations installées entre 1975 et 1992 par l'ONF et le CIRAD-Forêt ont tout de même donné des résultats encourageants pour certaines essences ;
- Pour affirmer la vocation forestière des surfaces illégalement défrichées en forêt aménagée, il convient de les reboiser en privilégiant les essences précieuses susceptibles de mieux rentabiliser l'investissement ;
- Certains utilisateurs d'essences précieuses s'approvisionnent difficilement. Une production en plantations de bois tels que l'Acajou de Guyane, pourrait subvenir en partie aux besoins ;
- La plantation peut être un outil de conservation pour les espèces rares ou menacées telles que le bois de Rose (Aniba *rosaedora*) ;
- Ces plantations devraient servir de site-atelier pour des études écophysiologiques ;
- La connaissance des besoins édaphiques et en lumière permettraient de créer des plantations sur trouées forestières, abattis ou en forêts dégradées en essences précieuses et commercialement intéressantes.

En 2000, la STIR-ONF remet donc sur pied un nouveau projet se basant sur un nombre d'espèces plus restreint mais mieux ciblées, des protocoles rigoureux, un partenariat avec l'INRA et le CIRAD. Les essais ont été menés sur trois sites d'étude aux caractéristiques très différentes et représentant un large éventail de « stations » forestières présentes en Guyane. Les trois sites (présentés sur la carte page 9) sont :

- Montagne de Fer sur Petit Laussat route de l'Ouest ;
- Piste Christine, non loin d'Eléonore dans le massifs de Saut Léodate Balata ;
- Montagne de Kaw.

Les essences expérimentées et itinéraire technique

Les six essences testées ont été choisies parmi les espèces commerciales les plus intéressantes sur le marché actuel :

- l'Angélique *Dicorynia guianensis*, est l'essence la plus utilisée par la filière guyanaise ;
- la Bagasse *Bagassa guianensis*, est une espèce de haute qualité technologique peu répandue mais intensément exploitée qui joue par ailleurs le rôle de ressource clef vis-à-vis de la faune en forêt naturelle ;
- l'Acajou de Guyane *Cedrela odorata*, est une espèce très utilisée traditionnellement en sculpture et très rare en forêt guyanaise (1 tige exploitable / 100 ha) bien que présente sur une grande partie de l'Amérique du Sud et Centrale ;
- le Courbaril *Hymenea courbaril*, le Cœur Dehors *Diploptropis purpurea*, le Parcourri *Platonia insignis*, sont des bois relativement rares d'usages nobles aux qualités technologiques reconnues et utilisables sans traitement en menuiserie et ébénisterie.

Pour un total de 5000 plants sur près de 7 ha, deux types d'installation, d'itinéraire technique, ont été appliqués :

- une modalité visait à réaliser des plantations sous-abris, soit un scénario d'enrichissement ;
- l'autre modalité visait à réaliser des plantations en plein champs, soit un reboisement de terrains déforestés et abandonnés par l'agriculture itinérante sur brûlis.

Pour chaque cas de figure, les plantations ont été réalisées en poquet et à moyenne densité (3m x 3m). Le matériel de reproduction a été récolté sur plusieurs semenciers repérés au préalable en forêt en bordure de pistes de façon à assurer une certaine variabilité génétique aux essais. Les plants ont généralement été installés au stade de 15 à 30 cm, exceptionnellement à 30-50 cm voir 50-70 cm pour les espèces les plus dynamiques en pépinière. Ces stades correspondent à un âge variable selon les espèces et la qualité des graines récoltées : 5 à 6 mois en règle générale mais jusqu'à 18 mois pour les graines les plus récalcitrantes de Parcouri ou d'Angélique.

Cette fois, un réel programme de dégagement a été mis en place. Environ 3 à 5 entretiens manuels (dégagement autour de l'arbre et sur la ligne de plants) ont été réalisés pour toutes les plantations sur les trois premières années.

Résultats en croissance et commentaires

L'objectif du dispositif mis en place est de tester les effets des différents itinéraires techniques proposés, (A)bri ou (D)écouvert, vis-à-vis des 6 essences locales. Ci-dessous est récapitulé le programme d'expérimentation :

Site	Date d'installation	Pluviométrie (mm/an)	Substrat géologique	Modalités	Nombre de plants					
					Angélique	Bagasse	Courbaril	Cœur Dehors	Acajou Guyane	Parcouri
Montagne de Fer (MDF)	2000-2001	2 700	Série détritique de base (sols sableux chimiquement appauvris)	Découvert mélange pied/pied	147	30	0	50	74	27
				Abri	73	-	61	-	152	96
				Mixte	-	686	91	-	-	-
Christine (CHR)	2002	3 500	Schistes Orapu (sols argileux à tendance hydromorphes)	Découvert pl. monospécifiques	64	127	192	191	192	233
				Abri	20	48	131	130	145	230
Kaw (KAW)	2003-2004	3 750	Volcanisme Paramaca (sols sur cuirasse fracturée mais riches)	Découvert pl. monospécifiques	173	278	226	17	249	81
				Abri	324	224	188	-	265	119

Extrait magazine RTF (Revue Technique Forestière) n°29-30 - Guitet, 2010.

Les suivis ont été réalisés semestriellement au cours des deux premières années, puis à 3 ans et 5ans. Ces derniers montrent une très bonne reprise générale, supérieure à 80% dans tous les cas.

La modalité de plantation sous abri, censée limiter le recru par filtration de la lumière a très mal joué son rôle. Non seulement la croissance initiale des plants est pénalisée par le manque d'éclairement, mais cet itinéraire crée par ailleurs les conditions d'une concurrence future très défavorable entre les plants et les réserves qu'il va falloir ôter dans les années à venir (Guitet, 2010).

Un test d'Anova type VI à deux facteurs a donc été utilisé sur l'accroissement moyen à 18 mois (Guitet, 2005), pour tester les effets des facteurs « Essence » et « Technique » ainsi que leur interaction. La hauteur initiale à la plantation a été utilisée comme variable prédictive continue. Les trois sites sont considérés comme des blocs :

- La comparaison des moyennes montre un effet significatif de l'itinéraire technique et de l'essence sans détecter d'interaction franche entre les deux facteurs.
- La croissance est globalement supérieure en plein découvert que sous abri selon un facteur 1,7. Par ailleurs, la Bagasse et dans une moindre mesure le Cœur Dehors, se distinguent des autres essences dont la croissance moyenne ne dépasse pas 1m/an (supérieur à 2 m/an pour la Bagasse).

La Bagasse apparaît d'ors et déjà comme une espèce très prometteuse du fait d'une croissance initiale qui l'extrait rapidement de la compétition du recru naturel. C'est une essence qui pourrait très bien convenir dans un schéma de valorisation mixte BO/BE.

Le bois de Bagasse un réel intérêt pour la sylviculture et l'agroforesterie

L'essence du *Bagassa guianensis* fournit un bois de classe IV, bien que rare en forêt naturelle, très recherché sur le plateau de Guyane pour ses qualités technologiques exceptionnelles, sa résistance et sa durabilité, sa facilité d'usinage, mais également son esthétique. Au cours du précédent programme de plantations forestières de l'ONF, cette essence a présenté d'excellents résultats en croissance :

- Les accroissements dépassent les 2 mètres de hauteur par an, certains individus dépassant même 14 mètres de haut à 3 ans ;
- L'accroissement en diamètre est également très encourageant avec des diamètres moyens entre 5 et 8 cm à 3 ans, et 12 cm à 5 ans ;
- Cette espèce héliophile doit être plantée en plein soleil, une situation de demi-ombre semblant pénaliser la croissance verticale ;
- L'élagage naturel de cette essence est bon, offrant, dans un peuplement assez homogène et régulier, des fûts propres, droits et avec assez peu de défauts ;
- Les fruits sont gros, charnus, barychores, et chacun renferme plusieurs centaines de graines ;
- La production des plants est rapide, les plants atteignant 30-40 cm en 3-4 mois, et le taux de germination est aux alentours de 50% et la reprise au champ est également bonne, supérieure à 80%.

Selon Guitet (2005) cette essence est à privilégier, cependant en l'absence d'entreprises spécialisées et de véritables pépinières forestières, les coûts de préparation du terrain et de plantation sont très élevés et peu compressibles en contexte de mise en œuvre dans le DFP et par l'ONF. Toutefois, le contexte « littoral », terres agricoles et/ou le foncier privé, semble proposer un abaissement de certaines contraintes : défriche souvent déjà réalisée, accessibilité, proximité des marchés, coût de la main d'œuvre privée, possible mécanisation interne...

Ainsi cette essence a toutes les chances de permettre l'avènement d'une nouvelle filière de production locale. Cette essence pourrait être utilisée dans des schémas de sylviculture à vocation mixte de production de bois d'œuvre et de bois énergie, avec une réflexion à mener sur la densité initiale des plantations, les niveaux de production, les coûts et la rentabilité, la minéralomasse mobilisée et restituée...

	Densité	Ecartement	Opérations			
Sc. Forte Densité	1111	3x3 m	Eclaircie 1 (5 ans)	Eclaircie 2 (8-12 ans)	Abattage (15-20 ans)	
			=> Vocation énergie, poteaux...	=> Vocation énergie, œuvre, poteaux ...	=> Vocation œuvre pour les billes, et énergie pour les rémanents/purges/connexes	
Sc. Moy. Densité	400	5x5 m				
	625	4x4 m				

Et cette essence, héliophile, à feuillage peu dense, pourrait être une essence privilégiée au développement des itinéraires de production agroforestiers et sylvopastoraux. Elle pourrait également entrer dans l'aménagement de haies, de parcours, bosquets, forêts galeries... internes aux exploitations agricoles. Cette essence étant native, son utilisation en contexte agricole est donc d'office éligible à des mesures incitatives et/ou compensatoires comme les mesures agroforestières ou les MAE.

5. BILAN SUR LES EXPERIMENTATIONS DU CTFT:

Comme le présente le tableau ci-dessous, le CTFT a jusqu'en 1985 développé de nombreuses expérimentations sylvicoles sur des essences natives ou exotiques :

Parcelle	Essais	Espèces
PARACOU		
Parcelle 770	Essais de comportement du Tobitoutou.	<i>Didymopanax morotoni</i> .
Parcelle 771	Essai d'introduction du Mantaly.	<i>Terminalia mantaly</i> .
Parcelle 788	Essai d'introduction de l'Okoumé.	<i>Aucoumea klaineana</i> .
Parcelle 796	Essai d'introduction du Framiré.	<i>Terminalia ivorensis</i> .
Parcelles 808/818	Essai d'introduction du Parika.	<i>Schizolobium amazonicum</i> .
Parcelles 832-841-850	Essais de comportements d'essences locales (Simaruba, Amarante, Wapa, Carapa, Grand Moni, Kobe, Angélique, Gonfolo kouali, Grignon franc, Courbaril, Bagasse, Wana kouali, Jacaranda, Manil, Goupie, Angouchi, St Martin, Cœur dehors, Chawari, Parcoury, Wacapou, Yayamadou montagne).	<i>Simaruba amara</i> . ; <i>Peltogyne venosa</i> . ; <i>Eperua falcata</i> . ; <i>Carapa guianensis</i> . ; <i>Protium insigne</i> . ; <i>Sterculia excelsa</i> . ; <i>Dicorynia guianensis</i> . ; <i>Qualea coerulea</i> . ; <i>Ocotea rubra</i> . ; <i>Hymenea courbaril</i> . ; <i>Bagasse guianensis</i> . ; <i>Vochysia densiflora</i> . ; <i>Jacaranda copaia</i> . ; <i>Symphonia globulifera</i> . ; <i>Goupia glabra</i> . ; <i>Buchenavia oxycarpa</i> . ; <i>Andira coriacea</i> . ; <i>Diploptropis purpurea</i> . ; <i>Caryocar glabrum</i> . ; <i>Platonia insignis</i> . ; <i>Vouacapoua americana</i> . ; <i>Virola meliononii</i> . ;
Parcelles 824-825-842	Introduction d'acajous, Acajou africain et Mahogany d'Amérique ou d'Asie/Pakistan.	<i>Khaya ivorensis</i> . ; <i>Khaya senegalensis</i> . ; <i>Khaya grandiflora</i> . ; <i>Swietenia humilis</i> . ; <i>Toona ciliata</i> . ;
Parcelles 843 (et 785)	Essai d'introduction Cèdre Sam.	<i>Cordia alliodora</i> .
Parcelles 844-845-846	Introduction de Tecks, de Gréviliers, de Kadam.	<i>Tectona grandis</i> . ; <i>Grevillea pyramidalis</i> . ; <i>Anthocephalus cadamba</i> . ;
Parcelles 847-848-849	Introduction d'Abachi, de Doussié Rouge, Teck Blanc.	<i>Triplochiton scleroxylon</i> . ; <i>Azelia africans</i> . ; <i>Gmelina arborea</i> .
Parcelle 84.10	Essai d'introduction de Framiré.	<i>Terminalia ivorensis</i> . & <i>superba</i> .
Parcelle 84.11	Essai d'introduction de Faux Mimosa.	<i>Leucaena leucocephala</i> .
Parcelle 851	Essai d'introduction de Fromager.	<i>Ceiba pentandra</i> .
Parcelle 853	Essai d'introduction d'espèces de bois d'œuvre (Inga, Ebène, Mahot).	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> . ; <i>Tabebuia rosea</i> . ; <i>Bombacopsis quinatum</i> .
Parcelle 854	Essai d'introduction d'Iroko.	<i>Chlorophora excelsa</i> .
Parcelle 855	Essai d'introduction de Niangon.	<i>Heritiera utilis</i> .
COMBI		
Parcelle 842	Essai d'introduction de Faux Mimosa.	<i>Leucaena leucocephala</i> .
Parcelle 843	Essai d'introduction d'Acacias divers.	<i>Acacia mangium</i> . ; <i>Acacia cincinnata</i> . ; <i>Acacia aulocarpa</i> . ; <i>Acacia crassica</i> .
Parcelle 850	Essai d'introduction de légumineuses diverses	<i>Acacia tumida</i> . ; <i>Acacia sclerosperma</i> . ; <i>Cassia alata</i> . ; <i>Acacia inaequilatera</i> . ; <i>Acacia auriculoformis</i> . ; <i>Acacia monticola</i> . ; <i>Acacia plectocarpa</i> . ; <i>Acacia mangium</i> . ; <i>Acacia bivenosa</i> . ; <i>Acacia holosericea</i> . ; <i>Acacia trachycarpa</i> . ; <i>Acacia dunii</i> . ; <i>Acacia farnesiana</i> . ; <i>Acacia augustissima</i> . ; <i>Pithecellobium dulce</i> . ; <i>Samanea saman</i> . ; <i>Peltophorum africanum</i> . ; <i>Gliricidia sepium</i> . ; <i>Sesbania grandiflora</i> . ; <i>Sesbania rostrata</i> . ; <i>Erythrina poeppigiani</i> .

Ces plantations ont fait l'objet de plusieurs bilans effectués par la STIR (PLANCHERON, 1998) (PLANCHERON, 1999), et par l'ONF². Un rapport de synthèse assez fidèle sur les données dendrométriques avait été fournie par le CTFT à l'époque (Sutter & Hueber, 1986).

L'ensemble des données de ce rapport sont fournies en annexe. Les lignes colorées en vertes présentent les essences/expériences qui pourraient trouver une éventuelle application bois d'œuvre et bois énergie, les lignes colorées en orange sont incertaines, les lignes en rose témoignent d'un échec.

Au niveau introduction, il apparaît peu d'essences réellement performantes en Guyane, les principales espèces à retenir sont : *Aucoumea klaineana*, *Terminalia ivorensis*, *Schizolobium amazonicum*, *Cordia allodiora*, *Kahya senegalensis*... et pour les légumineuses *Leucaena leucocephala*, *Acacia mangium*, *Acacia aulocarpa*, *Acacia crassicarpa* et *Acacia auriculiformis*.

Pour les essences locales, le *Simarouba amara*, malgré des problèmes de formes, confirme ses performances en condition de sylviculture artificielle. Cette essence à d'ailleurs fait l'objet d'autres expérimentations par la suite, à retenir qu'il peut atteindre des surfaces terrières supérieures à une forêt naturelle en à peine 12 ans, et que la raison de sa forme en pommier est liée à l'attaque par des borers qui forent le bourgeon apical. Les autres essences locales à retenir sont également le *Goupia glabra* et le *Jacaranda copaia*.

Certaines essences, exotiques (*Schizolobium amazonicum*, *Cordia allodiora*...) et natives (*Simarouba amara*...) ont des densités qui sont parfois un peu faibles pour une utilisation en biomasse énergie. Au-delà des essais en plantations forestières, des programmes de sélection génétique pour sélectionner sur la densité et le PCI peuvent être nécessaires.

➤ NOUVEAUX PROGRAMMES

Au jour d'aujourd'hui, 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.

C'est ainsi que le CIRAD, l'ONF et la MFBG ont lancé un nouveau programme en 2014 visant à évaluer l'état de ces plantations passées. Les objectifs du projet dans les 2 ans à venir sont :

- (1) 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 ;
- (2) de quantifier les volumes des différentes parties composant l'architecture des arbres plantés pour établir les volumes de biomasse dédiées au bois énergie et au bois matériau dans les différentes parties de ces arbres ;
- (3) 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) ;
- (4) de restituer la quantité des différents types de biomasse dans les différentes parties des arbres plantés.

² ONF (2002) - Bilan des plantations mises en place par l'ONF et le CIRAD en Guyane entre 1974 et 1992, rapport interne / ONF (2003) – Rapport final « plantations d'essences forestières » (Subvention MOM D14/1),

6. DISCUSSION ET CONCLUSIONS :

Très disparate, la donnée est difficile à récolter. La plupart des initiatives étaient orientées vers une vocation bois d'œuvre. C'est pourquoi certaines précautions sont à prendre concernant ces données et leur application à une vocation bois biomasse. Par ailleurs, la mise en œuvre de plantations forestières dans un contexte amazonien peut rencontrer certaines barrières.

➤ QUALITE DE LA DONNEE

Plusieurs échanges avec Laurent DESCROIX et Stéphane GUITET, de même que de nombreuses critiques dans des rapports de travaux/activités passés, ont mis en évidence trois grands niveaux de lacunes qui ont accompagné les expérimentations et études antérieures en Guyane, tant bois d'œuvre que biomasse :

- **Lacune en Ingénierie technique et opérationnelle :** *mauvaise évaluation des besoins économiques pour mener à terme un projet de boisement (Ex : abandon des premières opérations de dégagement et nettoyage sur Eléonore...), méconnaissance des itinéraires techniques d'implantation et des bonnes techniques de mise en valeur, itinéraires sylvicoles inadaptés (plantations en layons sous couvert forestier complet à Lysis, Décapage au Bull de certains sols notamment à l'Egyptienne...)...*
- **Lacune en Ingénierie financière :** *aucune étude des coûts d'investissement, d'entretien, de bilan prévisionnel économiques, absence d'évaluation économique d'échelle et de stratégie privée, intégration fréquente des coûts de la défriche initiale...*
- **Lacune scientifique :** *manque de connaissance générale sur l'autécologie des espèces, protocoles scientifiques peu fiables (comme sur le volet TCR Eucalyptus)...*

Par ailleurs, comme l'expose Stéphane GUITET de l'ONF (GUITET, 2005), l'absence de répétitions, de dispositifs rigoureux et de dispositifs d'ampleur représentative dans les expérimentations antérieures en Guyane et plus spécifiquement sur ceux à l'époque du CTFT (placette de 49 arbres) rendent les conclusions incertaines.

➤ PRODUIT OU DECHET

Il existe effectivement plusieurs voies de production de biomasse par les plantations d'arbres. La biomasse ligneuse peut soit entrer dans une vocation directe de production biomasse type « Produit » comme des plantations dédiées (par exemple les plantations d'Eucalyptus comme l'on peut voir au Brésil), ou elle peut entrer dans une logique indirecte de co-valorisation type « Déchet » (comme les connexes de scieries, les rémanents d'exploitation bois d'œuvre, les souches...) c'est à dire une production secondaire suivant alors une émancipation d'une hypothétique filière production de bois d'œuvre par plantations.

Ce deuxième facteur de production paraît lointain, voir inaccessible en Guyane, la filière plantation bois d'œuvre étant au point quasi zéro. En Guyane pour 1m³ de sciage il sort à minima 3³ de déchets³. L'ensemble des filières biomasse énergie d'Europe (France, Allemagne, Pays Scandinaves...) et des grands états forestiers comme le Canada s'est forgé sur cette valorisation parallèle à la production de bois d'œuvre.

³ Les rendements en sciage en Guyane sont souvent proches de 30% (Coms. Pers. I. BONJOUR), avec des scieries ayant des stratégies commerciales sur le déclassé on peut atteindre 40-45% (Coms. Pers. DESCROIX). Ces connexes représentent une grande quantité de matière initiale, à laquelle l'on peut ajouter les rémanents d'exploitation et les souches...

Le développement de la filière biomasse, par l'axe des plantations forestières pouvant approvisionner les futures centrales, doit donc se focaliser sur deux axes de recherche et développement par l'appui aux instituts, offices et centres de recherches :

- **Tant sur le développement des filières plantations bois d'œuvre et les déchets qui en découleraient (exploitation, sciage...)**
- **Que sur le développement des filières plantations dédiées biomasse.**

Logique produit/déchet ou BO/BE, les trois grandes voies de diffusion territoriale des plantations forestières en Guyane sont présentées sur les tableaux de synthèses présentés en page 29, 30 & 31.

➤ **ESPECES FORESTIERES EXOTIQUES OU NATIVES**

Pour ajouter à la complexité des choix en matière d'aménagement du territoire, la question d'espèce native ou exotique ajoute encore de la diversité aux possibilités de production de biomasse à vocation énergie par la plantation forestière. Elle anime également un fort débat sur l'impact et la question environnementale qui seront abordés dans le troisième volet d'étude.

Malheureusement en Amérique du Sud, le travail de sélection génétique et d'amélioration variétale a porté, ces dernières décennies, quasi exclusivement sur les essences exotiques (Pin, Eucalyptus, Acacias...), même si des initiatives et projets plus ou moins récents existent sur les espèces natives (Tachi Branco, Parica...).

D'un point de vue technico-économique, et en prenant en compte la sécurité d'approvisionnement, il est alors difficile de comparer la viabilité d'une filière qui devra débiter par de la cueillette de semences en forêt naturelle avec une filière qui utilise la sélection génétique des plants et le développement industriel.

Ce qui ne veut pas dire qu'il faut directement délaissier les espèces indigènes. Effectivement, certaines essences présentent de très forts intérêts pour la biomasse, mais nécessitent de démontrer leur aptitude par le développement de chantiers expérimentaux et démonstratifs. Les espèces comme l'Eucalyptus sont malheureusement bien plus opérationnelles, si la rentabilité vient à être démontrée. **Des schémas compensatoires peuvent alors être réfléchis avec l'engagement des industriels pour l'innovation par des ressources locales et/ou pour stimuler des activités agricoles plus durables comme l'agroforesterie et le sylvopastoralisme.**

Conclusion :

De nombreuses précautions restent à prendre quant à l'exploitation des données issues des programmes. Le manque de maîtrise des techniques sylvicoles dans le suivi des programmes entrave en effet la pertinence des résultats. Par ailleurs suite à ces programmes de recherche, aucune initiative privée n'a été mise en œuvre. Dans la transition de la phase de recherche à la phase opérationnelle, de nombreuses questions de rentabilité et d'itinéraires techniques (plantation ou semis direct, travaux forestiers...) sont encore à évaluer.

Enfin une évaluation plus poussée pour connaître les avantages et inconvénients respectifs de la plantation d'espèces natives ou exotiques est encore à mener. Notamment la deuxième phase de l'étude permettra de faire un retour d'expériences des essences développées dans les plantations forestières du Brésil. Quoiqu'il en soit, en Guyane, il n'y a actuellement aucune banque de graines disponible pour les espèces natives.

D'autres freins peuvent aussi être rencontrés tels que l'appauvrissement de la diversité des boisements, appauvrissement des sols etc... Ces points seront abordés dans la troisième phase d'étude.

Type de production	Principe général et objectif visé.	Etat des lieux en Guyane	Ce que l'on peut espérer du Benchmark au Brésil
OBJECTIF DE PRODUCTION DE BOIS D'ŒUVRE PAR PLANTATIONS ET COVALORISATION DES DECHETS DE L'EXPLOITATION ET DU SCIAGE			
Plantations de Bois d'œuvre et valorisation des déchets d'exploitation Eclaircies, rémanents, fûts non conformes, souches...	- 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.	Aucune filière forestière de boisement bois d'œuvre n'existe aujourd'hui en Guyane, donc aucune possibilité de filière et d'approvisionnement en l'état.	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.
Plantations de Bois d'œuvre et valorisation des déchets de sciages connexes de scierie (dosses, planches non conformes, sciure...)	- Cette activité vient dans une logique de continuité de l'activité précédente. 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.		La mission au Brésil n'a pas pour vocation d'étudier les plantations bois d'œuvre et les possibilités biomasse qui secondairement en découleraient. Les plantations bois d'œuvre sont citées dans ce rapport comme piste sérieuse d'approvisionnement des futures centrales, mais le développement de cette filière est une thématique à part entière dont la mise en œuvre opérationnelle ne peut s'envisager qu'à moyen/long terme. Toutefois si dans le cadre des missions de terrain au Brésil, des expériences relatives à ces axes potentiels de développement sont rencontrées, elles seront automatiquement relevées et présentées dans le rapport d'étude 2. (Sources photos : SIMA-PECAT)

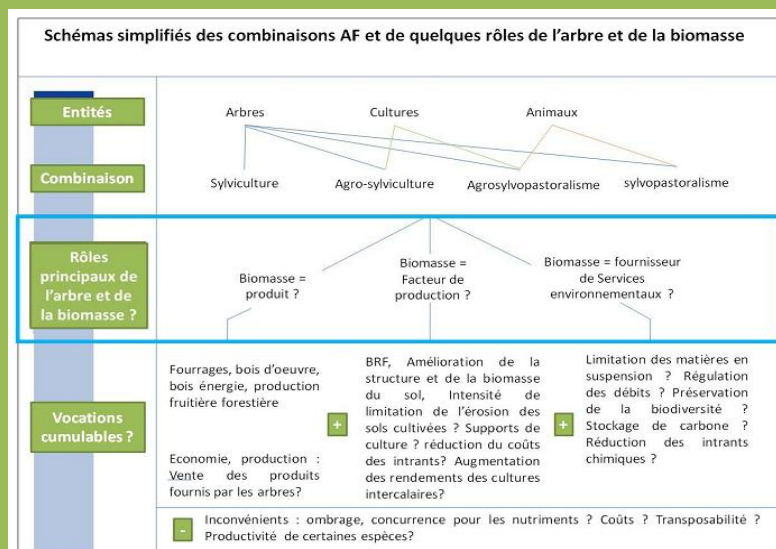
Type de production	Principe général et objectif visé.	Etat des lieux en Guyane	Ce que l'on peut espérer du Benchmark au Brésil
OBJECTIF DEDIE DE PLANTATION D'ESSENCE POUR LA BIOMASSE			
Plantations à courtes rotations, TCR, TTCR	- La particularité des plantations à courtes rotations et des TCR est que 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 (TTCR) pour lesquels la révolution est réduite à l'extrême : 1 à 3 ans. - Le schéma de plantation courte rotation et TTCR est également envisageable, avec des possibles vocations différentes des deux productions (papier puis biomasse par exemple).	Plusieurs expériences ont apporté leur lot de conclusions en Guyane, cependant la recherche tant publique que privé dans ce domaine est au point mort depuis plusieurs décennies. Même en France métropolitaine ces itinéraires sont en attente de validations économiques et d'évaluation des potentielles pertes de fertilité des sols.	Le Brésil est le champion des plantations courtes rotations. En cherchant à se rapprocher au maximum de sites aux conditions pédoclimatiques identiques à la Guyane, il sera possible de vérifier la faisabilité technique de ces itinéraires. La recherche et l'expérimentation sur des essences locales seront fortement recherchées et questionnées.
Plantations longues dédiées – Plantations semi-dédiées.	- Les plantations dédiées biomasse longues sont définies 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 important...). - 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 Simaruba), alors que les plantations courtes rotations semblent plus adaptées à des espèces sélectionnées par des industriels (type Eucalyptus, Tachi-Branco, Parica)	 	(Sources photos : SIMA-PECAT – ELAGUYANE – CIRAD)

OBJECTIF DE COMPLEMENT DE REVENU SUR TERRES AGRICOLES ET/OU RESTAURATION DE TERRAINS AGRICOLES EN DEPRISE.

Agroforesterie :

Agrosylviculture et
Sylvopastoralisme

- Les SAF (Systèmes AgroForestiers) peuvent revêtir de très nombreux modèles dans lesquels l'arbres peut servir de très nombreux rôles (produit commercialisable, facteur de production agricole et/ou services environnementaux).



Source Projet AGROFOR-BIO 1 : SIMA-PECAT et H2E.

- 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...

Les SAF sont nombreux en Guyane 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 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.

Observer à plus grande échelle des SAF productifs ayant pour vocation la production de bois énergie.

La mission au Brésil ne se focalisera pas sur la filière bois d'œuvre, toutefois si dans le cadre des missions de terrain au Brésil, des expériences relatives à ces axes potentiels de développement sont rencontrées, elles seront automatiquement relevées et présentées dans le rapport d'étude 2.



Sources Photos : SIMA-PECAT et H2E.

Partie III => volet résultats passés sur les expérimentations en productions agricoles à vocation biomasse énergie.



Photo 1 : Essai Miscanthus sur Mana à 6 moi. Source : Guyane Consult.

Photo 2 : Diversité de Sorghos en parcelles d'essais. Source : GNIS.

Photo 3 : Parcelle expérimentale en Sorgho biomasse. Source : Chambre Champagne Ardennes.

Photo 4 : Essai Sorgho Ensilage sur Macouria 4 mois cycle 1. Source : IKARE.

V. EXPERIMENTATIONS AGRICOLES EN BIOMASSE NON LIGNEUSE

1. INTRODUCTION

L'ouverture des champs de recherche au domaine agricole est nécessaire pour couvrir historiquement les initiatives qui ont été menées dans le cadre de la recherche des sources d'approvisionnement biomasse d'une part, et d'autre part pour des raisons d'éventuelle diversification des sources d'approvisionnement.

2. PROBLEMATIQUE

Certaines expériences de cultures non ligneuses ayant vocation directe de production de biomasse, ou ayant une vocation agricole première mais pouvant découler sur des applications pour la production de biomasse, ont été menées en Guyane. Quelles sont les initiatives menées ? Quelle est la place de la biomasse non ligneuse dans l'approvisionnement en biomasse énergétique ?

3. TROIS VOIES DEJA TESTEES

➤ LES CANNES A SUCRE

Des essais sur la culture de cannes à sucre ont été réalisés par le CTCS de Martinique dans les années 1975 sur 3 sites : Sinnamary, saut Lamirande (Cayenne) et St Laurent du Maroni. Ces essais avaient pour objectif d'étudier différentes variétés de cannes. Des essais de fumure ont parallèlement été mis en place. Le CTCS cesse en 1976 et les essais sont repris et développés par l'IRAT à partir de 1977 jusqu'en 1980 dans la région de Sinnamary et de St Laurent. Parallèlement, des multiplications préindustrielles ont été réalisées sur les sables de la savane trou Poisson. Le projet n'a pas vu le jour, mais les parcelles de multiplication cannières sont toujours visibles malgré l'absence d'entretien et les incendies.

Ces essais avaient notamment pour objectif d'étudier l'adaptation de la canne aux conditions de la Guyane en vue de développer la filière sucre. Ils ont donc permis d'acquérir certaines données sur la culture de la canne en Guyane utiles également pour la filière biomasse.

Cependant, d'après les rapports d'essais de l'IRAT, les résultats obtenus de ces essais sont maigres et à prendre avec précaution du fait d'un manque de moyens : les surfaces étaient faibles, les tests non complets.

Voici les principales conclusions de ces essais :

- le climat guyanais est favorable à la croissance végétative des cannes qui était soutenue et rapide. Les cannes étaient grandes et grosses mais le tallage était relativement insuffisant du fait d'un ensoleillement limité.
- Les rendements pouvaient atteindre les 100t/ha de matière humide. C'est pourquoi, une bonne culture sur des sols bien choisis doit pouvoir donner 80 à 100t/ha sur un cycle de 6 ans.
- Les sols ciblés pour obtenir un rendement maximum serait des sols ayant une morphologie apte à une mécanisation totale de la culture, c'est-à-dire une pente maximale de 5 à 7%. De type sablo argileux à bonne perméabilité et profondeur suffisante ou de type sableux de 30 à 50 cm d'épaisseur reposant sur un sous-sol argileux dont le drainage éliminerait les excédents des pluies. Les sols de la série détritique de base dans la région de st Laurent du Maroni permettent de bons rendements mais la topographie empêche les grandes surfaces.

Selon l'IRAT, le cycle cultural idéal serait le suivant :

- Préparation des sols du 15 septembre à fin novembre.
- Plantation en novembre ou en décembre.
- Une première coupe en fin de campagne à 12 ou 13 mois.

- Des repousses successives coupées à un peu moins de 12 mois de façon à avancer leur date de coupe d'une année sur l'autre.
- Une dernière coupe la sixième année en début de campagne pour une replantation immédiatement.

Les facteurs limitant à la culture déterminés sont :

- Les sols type savane que l'on trouve à Sinnamary et les sols peu drainants semblent défavorables.
- Le tassement des sols lié aux travaux mécaniques sur sols humides.
- Des maladies et ravageurs pouvant entraîner des répercussions non négligeables sur les rendements.

D'après des données de 2006, les parcelles de cannes de la rhumerie St Maurice avaient un rendement de 60 à 80 t/ha les trois premières années puis un rendement qui déclinait sur un cycle de 5 ans. Actuellement ce sont des petits planteurs qui fournissent la rhumerie avec un rendement en moyenne de 45t/ha sur 5 ans. Le rendement biomasse de la canne reste donc très intéressant.

➤ LE MISCANTHUS

Une expérimentation sur la culture du miscanthus a été mise en place en novembre 2012 en Guyane sur la commune de Mana. Mise en place par Guyane Consult, elle a pour objectif d'évaluer le comportement et la faisabilité d'une plantation de *Miscanthus giganteus* dans des conditions tropicales et sur différents sols. L'objectif de l'étude est d'évaluer la faisabilité et la rentabilité d'une filière énergie basée sur la combustion de cette biomasse.

Le miscanthus a été choisi pour ses caractéristiques intéressantes : elle est pérenne (durée de vie allant jusqu'à 20 ans), stérile (multiplication par rhizome), nécessite peu d'entretien, son rendement en biomasse est très intéressant (de 15 à 23t/ha de matière sèche en métropole).

Cette plante présente également un pouvoir calorifique intéressant, mais des taux de cendre et de silice importants qui nécessitent obligatoirement d'adapter les technologies de chaudières. Le tableau ci-dessous (SIMA-PECAT & CIRAD-PERSYST, 2013), présente quelques données qualitatives analysées sur des échantillons de *Miscanthus* fournis par l'expérimentation de Guyane Consult :

Référence échantillon : Miscanthus Essai Ouest

Teneur en Humidité (wt%) *	16.5
Teneur en Cendres (base anhydre) (wt%)	4.5
Teneur en C (base anhydre) (wt%)	47.3
Teneur en H (base anhydre) (wt%)	6
Teneur en N (base anhydre) (wt%)	0.9
PCS (base anhydre) (J/g)	18 750
PCI (base anhydre) (J/g)	17 470
PCI (sur brut) (J/g)	14 190

Résultats d'analyses des qualités énergétiques et compositions d'un échantillon de *Miscanthus* issue d'une expérimentation plein champs sur Mana - Guyane. Source : SIMA-PECAT.

L'essai étant récent et toujours en cours, les données sont encore insuffisantes pour conclure. En effet, le miscanthus est une culture pérenne qui nécessite au minimum 18 mois pour que les plants se recalent sur un cycle annuel. C'est pourquoi la première année n'est pas forcément représentative des résultats escomptés. De plus, le miscanthus ne se récolte habituellement que la seconde année lorsque les rendements sont suffisants pour garantir la rentabilité.

Il est donc nécessaire de poursuivre l'expérimentation sur plusieurs années afin de pouvoir conclure sur la faisabilité et la rentabilité de la production de *Miscanthus giganteus* en Guyane, cependant quelques résultats peuvent être soulignés.

A ce jour, et malgré une 1ère année aux conditions climatiques extrêmes, l'évolution des plantations est encourageante avec un développement en hauteur dans la moyenne métropolitaine et un développement des tiges très satisfaisant. Les résultats sont très cohérents par rapport à ce qui est rencontré en métropole. La première année permet à la plante de s'installer sur la parcelle. La véritable croissance végétative débute en seconde année suite à laquelle la première coupe est réalisée (soit à 18/20 mois). Quelques zones présentent des soucis de levées liées aux différences agronomiques localisées du sol.

Cependant, les problématiques principales identifiées lors de l'essai pilote en miscanthus ont été :

- Une gestion de l'eau difficile due notamment à des conditions climatiques inhabituelles (fort déficit au démarrage suivi de fortes inondations).
- Une gestion des mauvaises herbes, liée au temps d'installation lent du Miscanthus la première année, également difficile et demandant un temps de travail important. Cette difficulté disparaîtra les années suivantes lorsque les adventices seront limitées par la densité, la hauteur des plants de miscanthus et par le paillage constitué par les feuilles du miscanthus desséchées.
- Une floraison précoce due à la photopériode guyanaise ou à un stress. Cette floraison a entraîné un ralentissement du développement végétatif. Cependant les résultats à 7 mois sont satisfaisants.

Il est donc nécessaire de continuer les observations afin de déterminer si cette floraison a par la suite un impact négatif sur le rendement en biomasse.

A ce jour, il a été observé que le miscanthus est une espèce particulièrement résistante :

- Elle survit et se développe malgré des conditions extrêmes (sécheresse, inondation etc.).
- Elle s'adapte aussi bien aux sols lourds que sableux à partir du moment où l'hydromorphie est maîtrisée.
- Elle possède une physiologie performante qui exige très peu d'engrais.
- Elle est très vite en position de dominance sur les adventices rencontrés.
- Aucune maladie n'a été observée.
- Aucun insecte ou ravageur autre (mammifère, oiseaux...) ne semble pour le moment toucher les plantations.
- Elle ne nécessite aucune attention particulière.

La gestion de l'enherbement et de l'eau (excès ou manque) semblent être les enjeux majeurs de la réussite de la plantation. A ce jour, il est clair que le miscanthus semble présenter de nombreux avantages pour une production en Guyane :

- Faible mécanisation sur le long terme
- Faible entretien sur le long terme
- Faible technicité de production (pas de besoin spécifique de formation)
- Coût d'implantation élevé mais coût d'entretien très réduit sur le long terme
- Après une coupe, production de nouvelles pousses en quantité qui se développent rapidement et plusieurs récoltes par an sont envisageables
- Un séchage de la biomasse facile
- Des caractéristiques intéressantes pour une utilisation énergétique

Un essai à plus grande échelle avec des données économiques fiables, des tests de production de plaquettes ou pellets sont nécessaires pour obtenir de véritables résultats économiques sur l'intérêt de cette culture en Guyane mais en tout état de cause, il semblerait que le miscanthus soit adapté à une production à large échelle en Guyane.

Toutefois le Miscanthus présente une contrainte de taille : elle fige le foncier pour une vocation purement énergétique pendant une longue durée, notamment envisagée sur une dizaine d'année par l'expérimentateur.

Par ailleurs la question de la capacité d'éradication des rhizomes post exploitations doit être solutionnée. Effectivement, cette plante a une reproduction principalement végétative sous-sol, le passage au Cover Crop n'aurait pour conséquence que la multiplication des fragments des rhizomes et donc la pérennisation de l'espèce sur sa parcelle.

➤ LE SORGHO

Originaire d'Afrique, le Sorgho est une espèce tropicale aux multiples usages : alimentation humaine (sorgho grain), alimentation animale (sorgho sucrier ou fourrager), textile ou biomasse (sorgho fibre)...

Le Sorgho possède un métabolisme en C4 lui conférant une bonne efficacité photosynthétique. Il valorise très bien l'eau et les éléments minéraux du sol. Son origine tropicale en fait une plante exigeante en température particulièrement bien adaptée à la Guyane.

Les premiers essais portés en Guyane sur le Sorgho ne visaient pas la production de biomasse énergie, mais la production de biomasse ensilable pour les ruminants. Dans le cadre du projet SYSSFOU, l'institut IKARE cherche à optimiser la conduite des prairies et plus généralement des systèmes fourragers guyanais, des essais de sorgho sucrier ont été implantés en élevage en Décembre 2012 (trois essais, un sur Matiti, un sur Wayabo, un sur Kourou). Le premier cycle de culture a été récolté sous forme d'ensilage en mars 2013, les résultats de la récolte du premier cycle sont présentés ci-dessous.

Lieu de l'essai	Matiti	Wayabo	Kourou
Date de semis	21/12/12	19/12/12	19/12/12
Densité de semis (de 6 à 7 kg/ha)	220 000 p/ha	220 000 p/ha	220 000 p/ha
Densité levée (% levée)	166 400 p/ha (76%)	216 200 p/ha (98%)	188 300 p/ha (86%)
Date récolte	15/03/13	07/03/13	27/03/13
Durée 1er cycle	84 j	78 j	98 j
Rendement vert en tonnes/ha	17,0	27,5	13,7
Rendement en tonnes MS/ha	5,0	8,5	4,8
% MS à la récolte	28	31	35
Pluviométrie cumulée sur 1er cycle	990 mm		



2.5 m de hauteur 2 mois après le semis



Récolte 78 j après le semis

Tableau des résultats de récoltes des essais sorgho 2012-2013 de l'institut IKARE. Source : IKARE-SYSSFOU.

Le coût de l'opération, sur Wayabo par exemple, est revenu à 1680 €/ha (détail tableau page suivante). Ce coût n'a pas bénéficié des réductions liées au phénomène d'échelle, les expériences ayant été menées sur de petites surfaces, et les usages des engrais ont par ailleurs été faits, qualitativement et quantitativement, en situation sécuritaire de réussite. Par ailleurs, certains Sorgho ont des capacités de repousse assez exceptionnelles. Ces ainsi que deux autres cycles ont pu être récoltés après la première coupe, pour un coût supplémentaire et marginal de 375 à 420 euros par cycle supplémentaire. La baisse de rendement mesurée après première coupe est entre 20 % et 30 % du poids total frais, principalement en lien avec les impacts aux pieds lors de la récolte et la compétition avec les adventices.

Ainsi en situation favorable c'est environ 50-60 tonnes de matière humide qui peuvent être récoltées en moins de 9 mois, libérant le terrain pour le pâturage pour plus d'un quart de l'année. Le schéma de culture est annuel et peut être stoppé par simple passage du Cover Crop ou tout simplement être pâturé.

Nous rappelons que cette variété de sorgho n'a pas vocation à production de biomasse énergie, le taux de fibre étant bas. Cependant, cette expérimentation permet d'éprouver un itinéraire technique en l'état transposable, et déjà opérationnel sur certaines fermes pour une livraison broyée bord de route ou en centrale (il manque simplement une étape de séchage). Elle a également permis de se rendre compte des capacités volumétriques impressionnantes de cette famille de plantes C4 en contexte Guyanais.

Date	Intervention	Intrants	Dose	Charges opérationnelles (€/ha)	Charges ¹ mécanisation (€/ha)
05/12/2012	Passage de cover-crop				55 €
14/12/2012	Epandage chaux	Dolomie	600kg/ha	323 €	80 €
14/12/2012	Epandage G 27	G 27	100kg/ha	62 €	15 €
14/12/2012	Epandage PK	0-25-27	35kg/ha	28 €	15 €
19/12/2012	Passage de cover-crop				55 €
19/12/2012	Semis	Sorgho BMR Choice®	6 kg/ha	259 €	80 €
20/12/2012	Epandage NPK	10-20-20	210 kg/ha	190 €	15 €
21/12/2012	Roulage				25 €
15/01/2013	Epandage NPK stade 5-6 feuilles	9-23-24 46-0-0 18-46-0	35 kg 50 kg 35 kg	118 €	15 €
11/12/2012	Passage Insecticide	Keraté Zéon®	0,15 L/ha	30 €	15 €
07/03/2013	Récolte ensilage				300 €
TOTAL		53N - 75P - 60K		1 010 €	670 €
				TOTAL/ha	1 680 €

¹ Source CETIOM Guyane

Synthèse des coûts de l'expérimentation Sorgho sucrier sur WAYABO. Source : IKARE.



Expérimentation Sorgho sucrier chez Frédéric BUFFARD. Source : Vincent VAZQUEZ.

Des variétés riches en fibre et particulièrement productives sont en cours de développement et sélection en France, avec un intérêt saisons après saisons qui se démontre par les champs. SIMA-PECAT est actuellement partenaire d'étude d'ALBIOMA et du CIRAD Martinique, sur une étude visant à tester la production de biomasse en Martinique (commande ADM et EDM), plusieurs variétés de Sorgho fibre sont actuellement en tests.

Certaines de ces variétés peuvent servir un double intérêt : fourragère (non ensilable) et biomasse. Effectivement ces variétés seront très intéressantes car en plus d'avoir un taux de fibre plus élevé, elles permettent à l'éleveur d'adapter la vocation de sa production en fonction des ouvertures de marchés.

Semences de Provence et Arvalis se sont montrés très critiques sur la qualité de programmes nationaux de recherche comme REGIX. Ils insistent sur l'importance de ne pas s'appuyer sur les données hexagonales pour juger d'une transposabilité en Guyane. Semences de Provence a par ailleurs fait certaines expérimentations et/ou suivis de producteurs sous diverses latitudes, et explique qu'en Allemagne (Région de Munich) les plantations ne dépassent pas 3 mètres pour une production de 25 T/ha de matière sèche (semis derrière céréales en Juin), alors qu'en Italie (Région de Bologne) où il fait plus chaud les hauteurs atteignent 3,5 à 4 mètres et 32 T/ha de matière sèche (semis normal courant Mai). Monsieur HUBSCH, directeur développement chez Semences de Provence, estime qu'en Guyane, avec des conditions climatiques aussi fortes, nous pourrions atteindre voire dépasser les 40 T/ha de matière sèche par coupe, la question de la repousse étant à vérifier.

4. CONCLUSION SUR LES PLANTATIONS BIOMASSE AGRICOLES

Les espèces non ligneuses ont été jusque-là peu étudiées en Guyane. Or elles présentent certains intérêts pour la production de biomasse par rapport aux espèces ligneuses :

- Une production de biomasse plus rapide et plus régulière : en fonction de l'espèce, la biomasse peut être récoltée plusieurs fois par an dès la 1ère année ;
- Des coûts d'implantation et de récolte moins importants ;
- Des équipements moins performants et moins spécialisés ;
- Les surfaces nécessaires aux cultures peuvent être plus limitées ;
- L'intégralité de l'itinéraire technique pourrait être confiée à des agriculteurs qui cultiveraient ces plantes en complément de leurs productions agricoles.

De nombreuses études sur des cultures pour la production de biomasse énergétique sont réalisées de par le monde, et à proximité immédiate de la Guyane au Brésil ou dans les caraïbes (Haïti, Saint-Domingue...). Il serait donc également important de s'y intéresser. Certaines espèces seraient davantage adaptées aux conditions subtropicales.

Dans la bibliographie rencontrée, il s'avère que les espèces principalement utilisées en conditions tropicale et subtropicale sont :

- le Nappier ou Herbe à Eléphant (*Pennisetum purpureum*), proche cousin du miscanthus (qui est présent en Guyane sur les zones défrichées, bord de route....) ;
- la canne Energie (*Saccharum robustum*) largement étudié par le CIRAD aux Antilles (A la Guadeloupe, des essais sont réalisés dans le cadre du programme Rebecca) ;
- le bambou ;
- diverses espèces de fixateurs d'azote (Fabacées)
- ...

Il est donc nécessaire de poursuivre les recherches et les études sur les cultures énergétiques afin de déterminer les espèces les plus intéressantes et les plus adaptées à la Guyane. En outre, l'intégration de différentes espèces dans la filière énergie pourrait présenter plusieurs intérêts :

- optimisation des terres disponibles : après essais, les conditions pédologiques idéales pour chaque espèce seront déterminées. Chaque espèce pourrait avoir des conditions pédologiques optimales différentes et complémentaires. Un choix de l'espèce la plus adaptée pourra donc être réalisé en fonction des sols disponibles.
- Intérêt agronomique : dans le cas des cultures annuelles, des rotations peuvent être effectuées
- Intérêt logistique : les plannings de culture seront différents. Donc la charge de travail, les besoins en matériel seront répartis sur différentes périodes de l'année
- Intérêt organisationnel : du fait des périodes de récolte échelonnées, l'approvisionnement en biomasse sera plus régulier et plus sécurisé. Les risques liés à la perte d'une récolte entière seront diminués.
- Intérêt industriel : les caractéristiques de la biomasse des différentes espèces peuvent également être complémentaires.

VI. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES CONSULTEES

AFOCEL. (1982). *Culture de biomasse ligneuse : taillis à courte rotation*. Paris-Nangis: Association Forêt Cellulose (AFOCEL).

Agrotechnip. (1983). *Projet Bois Energie Guyane*. Cayenne: CTFT & Silvolab.

Ayphassorho, H. (1983). Première contribution à l'étude des interactions sol-végétation sur les bassins-versants G (pins) et H (Eucalyptus) du dispositif ECEREX. *Le projet Ecerex (Guyane). Analyse de l'écosystème forestier tropical humide et des modifications apportées par l'homme*, pp. 351-361.

Ayphassorho, H., & Mauranges, P. (1983). *Premières estimations de la production de la biomasse à partir de plantations forestières en Guyane*. Nogent sur Marne: GERDAT-CTFT.

Ayphassorho, H., Hueber, R., & Mauranges, P. (1983). *Production de biomasse à partir de l'Eucalyptus urophylla en taillis à courte révolution en Guyane française : premiers résultats, station de Paracou*. Nogent sur Marne: GERDAT-CTFT.

Ayphassorho, H., Hueber, R., Mauranges, P., & Zegers, J.-P. (1984). *Rapport final sur un essai spécifique d'Eucalyptus en Guyane française. Station de Paracou*. Nogent sur Marne: GERDAT-CTFT.

Barbier, C., & Mauranges, P. (1983). *Utilisation de l'Eucalyptus urophylla et du Leucaena leucocephala en taillis à courte et très courte révolution pour les besoins énergétiques de la Guyane*. Kourou: GERDAT-CTFT.

Barbier, P., & Détienne, C. (1988). *Rythme de croissance de quelques essences de Guyane française*. CTFT.

Bazile, F., & Bories, A. (1989). Utilisation d'écosystèmes naturels : application à la dégradation anaérobie des vinasses de canne à sucre. *Bulletin Agronomique Antilles Guyane* (9), pp. 20-26.

BEAUCHENE, J., & PINTA, F. (2011). *Qualification des essences forestières de Guyane pour un usage biocombustible*. PRME. Kourou: CIRAD.

BEZARD, V. G. (2010, été-automne). Valorisation de la biodiversité par plantations d'espèces locales en Guyane Française. Bagasse guianensis : une essence d'avenir ? . *Rendez-Vous Techniques*, n°29-30 , pp. 53-59.

BFT. (1989). Bois et Forêts des tropiques "special Guyane". (220), p. 105.

Boucher, E. Guitet, S. (2004). Module FTH - Analyse de la croissance juvénile de 6 espèces guyanaïses en plantation en relation avec des contraintes de sol et d'éclairement.

Bouillet, J.-P., Sutter, E., Hueber, R., & Pressiat, J. (1986). *Production de biomasse à partir de taillis à courte rotation d'Eucalyptus urophylla. Essai de rotation-écartement. Station de Paracou*. Nogent sur Marne: CIRAD-CTFT.

Bouvet, J.-M. (1991). *Analyse des tests clonaux d'Eucalyptus hybrides : réflexions sur la méthodologie de sélection*. Nogent sur Marne: CTFT-CIRAD.

Brunck, F. (1980). *Compte rendu d'un déplacement effectué dans le département de la Guyane du 9 au 19 février 1980 : Eucalyptus sp.(attaque cryptogamique en serre de bouturage), Pinus caribaea (déperissement en pépinière et problèmes de nutrition minérale), Terminalia super*. Nogent sur Marne: CIRAD-Forêt.

Catinot, R. (1979). *Les forêts tropicales et l'énergie*. Nogent sur Marne: CTFT.

- CAZE, J. (2013). *Expérimentation sur la culture du Miscanthus - Rapport 12 mois*. Guyane Consult.
- CIRAD-CTFT. (1988). *Rapport succinct d'activités 1987 CTFT Kourou*. Nogent sur Marne: CIRAD-CTFT.
- CIRAD-Forêt. (1992). *Rapport annuel 1992. Fiche d'opération du 01/01/1993*. Document technique et de recherche, Nogent sur Marne.
- Cossalter, C. (1980). *Contribution du Centre technique forestier tropical à la récolte et à la diffusion de graines et de matériel végétal d'essences à croissance rapide autres que l'Eucalyptus. Juin 1980*. Nogent sur Marne: CTFT.
- CTFT. (1983). *Approvisionnement en bois tropicaux des industries utilisant la biomasse forestière à des fins énergétiques. Partie I : Les ressources. Partie II : Récolte-conditionnement-transport. Partie III : Note de synthèse*. Document technique et de recherche, Nogent sur Marne.
- CTFT. (1982). *Biomasse des taillis d'Eucalyptus et son évolution*. Document technique et de recherche.
- CTFT. (1982). *Projet Bois Energie Guyane - Etude de pré faisabilité de l'approvisionnement de la Centrale à bois*. Nogent-sur-Marnes: CTFT.
- De Chatelperron, G. (1987). *Rapport final sur un essai de provenances d'Eucalyptus urophylla en Guyane Française - Station de Paracou : parcelle 789*. Guyane: GERDAT-CTFT.
- De Chatelperron, G. Xavier, L. (1987). *Production de biomasse à partir de taillis à courte rotation d'Eucalyptus Urophylla - Exploitation 1987 - Station de Paracou*.
- Doat, J. (1984). *Caractéristiques énergétiques de la biomasse : caractéristiques énergétiques des principales essences de Guyane*. Nogent sur Marne: CIRAD-CTFT.
- Doat, J., & Guéneau, P. (1988). *Compte-rendu de mission au Brésil, en Equateur et en Guyane*. Kourou: GERDAT-CTFT.
- Dumas, Y. (1975). *Données expérimentales sur la réponse à la fertilisation de jeunes pins caraïbes (Pinus caribaea) en Guyane*. INRA. Petit Bourg.
- FAO. (2010). *Evaluation des ressources forestières mondiales 2010. Rapport principal*. ONU.
- FAUCONNIER, R. (1979). *Expérimentation sur la canne à sucre en Guayne, campagne 1979*. IRAT.
- FAUCONNIER, R. (1977). *Expérimentation sur la canne à sucre en Guyane, campagne 1976-1977*. IRAT.
- FAUCONNIER, R. (1980). *Expérimentation sur la canne à sucre en Guyane, campagne 1980*. IRAT.
- FAUCONNIER, R. (1978). *Expérimentation sur la canne à sucre en Guyane, rapport de la campagne 1977-1978*, IRAT. IRAT.
- Finkelstein, D. (1983). *Influence des propriétés hydriques et de la disponibilité en eau du sol sur la croissance du pin des Caraïbes : premiers résultats*. Cayenne: INRA.
- Fritsch, J. (1992). *Les effets du défrichement de la forêt amazonienne et de la mise en culture sur l'hydrologie de petits bassins versants : opération ECEREX en Guyane française*. Paris: ORSTOM.
- GERDAT-CTFT. (1984). *Caractéristiques énergétiques de la biomasse. Caractéristiques énergétiques des principales essences de Guyane : Rapport intermédiaire*. Nogent sur Marne: GERDAT-CTFT.

GERDAT-CTFT. (1977). *Rapport annuel 1977*. Rapport administratif, Kourou.

GERDAT-IRAT. (1981). *Programme d'inventaire et de recherches en Guyane sur les cultures énergétiques en vue d'une production de carburols*. Nogent sur Marne: GERDAT-IRAT.

Gignoux, J. (1989). *Essai de descendances 1985 Eucalyptus urophylla (Mont Lewotobi). Evaluation en août 1989 sélection de lignées*. Nogent sur Marne: GERDAT-CTFT.

Gourlet-Fleury, S. (2000). *Dispositif sylvicole expérimental de Paracou (Guyane française) : aperçus sur l'état et la dynamique des peuplements 13 ans après installation. Document provisoire*. Kourou: Silvolab - CIRAD-Forêt.

GUIET, (2005). *Synthèse des essais de plantations d'essences forestières locales réalisés entre 2000 et 2004 en Guyane française*. ONF, 19 p.

GUIET, S. (2011). *Production de bois-énergie sur un massif forestier dédié à cette vocation en Guyane - Etude de cas en forêt de Balata Saut-Léodate (Guyane Française)*. Rapport d'essai, ADEME & ONF, Cayenne.

Guyane Consult. (2011). *Identification des conditions pour une valorisation énergétique de la biomasse issue de l'installation des agriculteurs en Guyane*. Rapport d'expertise, PRME, St-Laurent du Maroni.

Hueber, C. (1995). *Compte-rendu d'une mission d'appui technique au CIRAD-Forêt Congo du 03 au 14 octobre 1995*. Guyane: CIRAD-Forêt.

Hueber, C. (1995). *Compte-rendu d'une mission d'appui technique au CIRAD-Forêt Congo du 03 au 14 octobre 1995*. Guyane: CIRAD-Forêt.

Hueber, R. (1993). *Greffage de certaines espèces d'Eucalyptus en zone tropicale humide*. Nogent sur Marne: CIRAD-Forêt.

Hueber, R. (1992). *Note sur la mise en place de parcelles, conservatoires, de greffage, d'induction florale, station de Paracou et Combi. 1992*. Nogent sur Marne: CIRAD-Forêt.

Hueber, R. (1988). *Note sur la mise en place des parcelles conservatoires d'Eucalyptus urophylla*. Nogent sur Marne: GERDAT-CTFT.

Hueber, R. (1990). *Note sur la mise en place des parcelles conservatoires d'eucalyptus urophylla egon, d'eucalyptus divers, d'acacia mangium*. Kourou: CTFT.

Hueber, R. (1989). *Présentation des essais mis en place en 1987 et 1988 sur la station de Paracou*. Guyane: GERDAT-CTFT.

Hueber, R. (1994). *Programme amélioration du matériel végétal. Compte-rendu des différentes activités réalisées en 1993. Rapport annuel 1993 fiches d'opération du 01/01/94*. Document technique et de recherche, Kourou.

Hueber, R., & Mauranges, P. (1984). *Compte-rendu d'un essai de greffage d'Eucalyptus urophylla en période sèche. Station de Paracou. Parcelle 833*. Nogent sur Marne: GERDAT-CTFT.

Hueber, R., & Mauranges, P. (1985). *Constitution d'une collection de clones de Pinus caribaea en provenance de Nouvelle-Calédonie - Station de Combi. Parcelles 801 et 803 - parcelles 831 et 841*. Kourou: CIRAD-CTFT.

Hueber, R., & Mauranges, P. (1984). *Note sur diverses introductions à la station de Paracou*. Nogent sur Marne: GERDAT-CTFT.

Hueber, R., & Vigneron, P. (1993). *Campagne de greffage Eucalyptus 1992. Station de Paracou CIRAD-Forêt Guyane*. Nogent sur Marne: CIRAD-Forêt.

INRA. (1983). *Mesures des biomasses et des accroissements forestiers*. Paris: INRA.

Knockaert, M., & Mandouri, T. (1981). Biomasse aérienne d'une plantation d'eucalyptus camaldulensis origine lake albacutya à l'âge de trois ans avec et sans fertilisation. (S. : s.n, Ed.) *Annales de la Recherche Forestière au Maroc*, pp. 388 - 404.

Ledoux, H., & Morvan, J. (1988). *Eucalyptus urophylla (provenance Mt Lewotobi) Essai de descendances 1985 - Evaluation en février 1988*. Kourou: GERDAT-CTFT.

Maître, H.-F. (1981). *Compte-rendu sur le premier colloque Françaisanco-brésilien sur l'utilisation de la biomasse en sidérurgie. Belo Horizonte, 16 au 20 novembre 1981*. Paris: CTFT.

Maître, H.-F., & Pegorie, J. (1988). *Approvisionnement énergétique de minicimenteries à partir de la biomasse forestière en zone tropicale. Avril 1988*. Nogent sur Marne: CTFT.

Marchand, H. (1979). *Le Plan Vert de Guyane 1975*.

Martin, B. (1988). Amélioration génétique des eucalyptus tropicaux : contribution majeure à la foresterie clonale : Résumés de thèses. *Annales des sciences forestières*, pp. 71 - 78.

Martin, B. (1987). *Amélioration génétique des eucalyptus tropicaux : contribution majeure à la foresterie clonale. Fasc. 1 : Texte. Fasc. 2 : (1ère et 2ème partie) : annexes*. Paris: Orsay : Université de Paris Sud (Paris XI).

Mary, F., & Gély, A. (1988). *Agroforesterie. Mémento de l'agronome*. France.

Mauranges, P. (1984). *Dispositif d'étude des variations pédologiques d'une parcelle défrichée, en vue de l'installation d'un essai forestier. Station de Paracou - résultats des mesures effectuées sur la plante test (mas)*. Kourou: CIRAD-CTFT.

Mauranges, P. (1984). *Résultats de l'essai rotation-écartement : exploitation de juillet 1984*. Kourou: CIRAD-CTFT.

Mauranges, P., Hueber, C., & Barbier, C. (1985). *Etude de la minéralomasse et du maintien de la fertilité dans les plantations à courtes et très courtes rotations en Guyane française - Rapport intermédiaire à l'AFME*. Kourou: CIRAD-CTFT.

Maury Lechon, G. (1982). Régénération forestière sur 25 ha de coupe papetière en forêt humide dense de Guyane française. *Compte Rendu Académie des Sciences de Paris (T.294 - Série III)*, pp. 975-978.

Maury Lechon, G., Gacherieu, C., Souvannavong, O., Barbier, C., Côme, D., & Corbineau, F. (1988). *Recherche de principaux facteurs permettant le contrôle de la germination et le développement des plantules des essences forestières guyanaises de première importance économique : -Conditions optimales de germination et développement initial -Principaux*. Nogent sur Marne: CIRAD-CTFT.

Montpied, P. (1989). *Evaluation des essais de plantations de feuillus en Guyane Française*. INRA.

Moreau, C. (1995). *Bilan à 5 ans d'une plantation de feuillus précieux de 5 hectares en Guyane*. GIS SYLVOLAB. 56 pages.

ONF. (1989). *Orientation 1990-1994 pour les dispositifs sylvicoles de l'ONF Guyane*.

- ONF & CIRAD. (2007). *Etude technico-économique sur les possibilités de la biomasse pour l'alimentation électrique de la Guyane*. PRME. Kourou: Cirad.
- ONF. (1980). *Les plantations de pins en Guyane*. Document technique et de recherche, Paris.
- ONF, CTFT, INRA, MNHN, & IRD. (1981). *L'écosystème forestier guyanais, étude et mise en valeur : écologie, érosion, experimentation (ECEREX)*. Kourou.
- ONF-DRA. (2009). *Directive Régionale d'Aménagement - Région Nord Guyane*.
- ONF-ORF. (2005). *Orientations Régionales Forestières de la Guyane*. MAAP.
- ONF-RD. (2011). *Perspectives Recherches et Développement*.
- Penneroux, D., Riffaud, M., & Leclerc, L. (1981). *Recherche sur la récolte de graines d'espèces locales de Guyane, leur conservation, et la production de plants*. Kourou: CIRAD-Forêt.
- Pinta, F. (2005). Bois énergie en Guyane : production d'électricité et de froid industriel. *Bois et Forêts des Tropiques* (284), pp. 5-10.
- Pinta, F. (2007). Et en Guyane ? Produire de l'électricité à partir de la biomasse : la Guyane a de la ressource ! *Guyan'info bois* (15), pp. 1-3.
- Pinta, F., & Girard, P. (2009). Production d'énergie à partir de forêt tropicale humide : une étude de cas en Guyane française. *Bois et forêts des tropiques* (302), pp. 53-63.
- Pinta, F., Girard, P., & Billon, R. (2003). *Analyse de la faisabilité de la production d'énergie à partir de biomasse en Guyane : rapport final*. Montpellier: CIRAD-Forêt.
- PLANCHERON. (1998). *Bilan des mesures 1998 de quatre plantations d'essences locales en Guyane, Rapport interne*. CTFT.
- PLANCHERON. (1999). *Bilan des mesures 1999 de trois plantations d'essences locales et exotiques en Guyane, Rapport interne*. CTFT.
- Pouset, D. (2007). *Projet Guyanmas : conception de systèmes de cultures durables de production de biomasse dédiée à des usages multiples*. Montpellier: CIRAD.
- POUZET, D. (2006). *Rapport de mission en Guyane - Evaluer l'intérêt pour le CIRAD de développer en Guyane une recherche orientée vers la production de biomasse ligno-cellulosique d'origine cannière*. CIRAD.
- (1994). *Programme amélioration du matériel végétal. Compte-rendu des différentes activités réalisées en 1993. Rapport annuel 1993 fiches d'opération du 01/01/94*. Kourou: CIRAD-Forêt.
- Ringuet, S. (1998). *Evolution des peuplements et des populations de micromammifères terrestres de forêt tropicale à la suite de la Françaisagmentation de leur habitat : l'exemple du barrage de Petit Saut*. Paris: MNHN.
- Roose, E. (1994). Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES). *Bulletin Pédologique de la FAO* (70), p. 420.
- Roose, E., & Sarrailh, J.-M. (1989). Erodibilité de quelques sols tropicaux. Vingt années de mesure en parcelles d'érosion sous pluies naturelles. *Cahiers ORSTOM. Série Pédologie*, 25 (1 & 2).
- Sarrailh, J.-M. (1989). L'opération ECEREX. Etudes sur la mise en valeur de l'écosystème forestier guyanais après déboisement. Le point sur les recherches en cours. *Bois et Forêts des Tropiques* (219).

Schirlé, A. (1980). *Rapport annuel*. Guyane: GERDAT-CTFT.

Schirlé, A. (1980). *Rapport annuel 1980*. Guyane: GERDAT-CTFT.

Schirlé, A., & Hueber, R. (1980). *Recherches sur la multiplication végétative des Pins tropicaux et des Eucalyptus*. Nogent sur marne: GERDAT-CTFT.

SOMIVAL, H2E, SIMA-PECAT. (2012). *Etude d'appui aux filières de la production d'énergie par la biomasse ligneuse*. Cayenne: Préfecture de Guyane & DéGéOM (Ministère de l'Outre Mer).

Sutter, E. (1987). *Etude réduction taille échantillon. Note complémentaire du rapport (Mai 1987) : "Production de biomasse à partir de tailles à courte rotation d'eucalyptus urophylla" Essai rotation-écartement. Station de Paracou-Guyane. Mai 1986*. Kourou: CTFT.

Sutter, E. (1987). *Etude réduction taille échantillon. Note complémentaire du rapport (Mai 1987) : "Production de biomasse à partir de tailles à courte rotation d'eucalyptus urophylla" Essai rotation-écartement. Station de Paracou-Guyane. Mai 1986*. Kourou: CTFT.

SUTTER, E. H. (1986). *Bilan au 31 décembre 1986 des introductions et essais de comportement mis en place de 1977 à 1985, Stations de Paracou et Combi*. rapport CTFT, 29p.

Sutter, E., & Bouillet, J.-P. (1986). *Note sur la mise en place d'un essai écartement sur Simarouba amara parcelle 860 Paracou*. Kourou: CIRAD--CTFT.

Sutter, E., & Hueber, R. (1987). *Bilan sur les rythmes phénologiques de différentes espèces d'Eucalyptus sur la station de Paracou après 20 mois d'observations*. Kourou: GERDAT-CTFT.

Tavakalian, G. *Expérimentation CTFT-ORSTOM : rapport préliminaire*.

Thauvin, V. (1987). *Comportement hydrologique des pins et des eucalyptus, par rapport à la forêt tropicale guyanaise*. Montpellier: USTL.

Uhart, E. (1971). *La forêt amazonienne : source d'énergie*. Nogent sur Marne: CTFT.

Verhaegen, D. (1997). *Programme plantations forestières. Rapport de mission auprès du CIRAD-Forêt à Kourou en Guyane du 16 au 27 juin 1997*. Montpellier: CIRAD Forêt.

Vignerons, P. (1993). *Rapport de mission au CIRAD-Forêt Guyane du 02 au 14 avril 1993*. Nogent sur Marne: CIRAD-Forêt.

Vignerons, P. (1992). *Rapport de mission au CTFT Guyane du 12 février au 12 mars 1992*. Nogent sur Marne: CIRAD-Forêt.

Vignerons, P. (1992). *Rapport de mission au CTFT- Guyane du 5 au 17 novembre 1992*. Nogent sur Marne: CIRAD-Forêt.

Vignerons, P. (1996). *Rapport de mission auprès du CIRAD-Forêt Guyane du 20/01/96 au 27/01/96*. Montpellier: CIRAD-Forêt.

Vignerons, P. (1993). *Rapport de mission auprès du CIRAD-Forêt Guyane programme AMV 10 au 22 décembre 1993*. Nogent sur Marne: CIRAD-Forêt.

Xavier, L. (1987). *Utilisation de l'eucalyptus à des fins papetières et énergétiques en Guyane Française - Programme ECEREX*. Kourou: CTFT.

VII. ANNEXES - TABLEAUX DE SYNTHES DES EXPERIMENTATIONS CTFT A PARACOU ET COMBI (SUTTER ET HUEBER, 1986)

PARACOU				mai-80	juil-81	nov-81	mai-82	janv-84	janv-84	oct-86
Plantation Mai 1977 Parcelle 770	Didymopanax morototoni (TOBITOUTOU)	Plantation de 49 plants en 3x3m, une éclaircie de 32 tiges en janvier 1984 a été réalisée, les croissances en hauteur ont tendance à stagner, pour les circonférences seules les grosses tiges croient	H	3,6	4,6		5,2	6,1	7,6	8,1
			C130			27	29	29	36,7	39,8
			Densité	49	49	49	49	49	15	15
Plantation Mai 1977 Parcelle 771	Terminalia mantaly (MANTALY)	Plantation de 49 plants en 3x3m, une éclaircie de 35 tiges en janvier 1984 a été réalisée, les croissances en hauteur ont tendance à stagner, la croissance en circonférence se poursuit lentement	H	3,9	5,8		6,2	7,2	8,2	8,7
			C130			21,2	24	28,4	39,3	47,2
			Densité/ha	1111	1111	1111	1111	1111	270	270

PARACOU				août-79	mars-80	avr-81	déc-82	mai-84	mai-85	juil-85	oct-86
Plantation de Mars 1978 Parcelle 788	Aucoumea klaineana (OKOUME)	Plantation de 330 plants en 5*4m, une éclaircie a été réalisée en Juillet 1985, les arbres ont relativement bien réagi à l'éclaircie et les croissances en hauteur et circonférence s'amplifient	H	1,17	2,3	5,25		13,8	16	16	20,2
			C130				29,9	42,4	54,9	55,1	64,6
			Densité/ha	500	500	492	483	474	451	353	353

PARACOU				oct-80	juil-81	mai-82	mai-84	oct-85	oct-86
Plantation d'Avril 1980 Parcelle 808	Schizolobium amazonicum (PARIKA)	Plantation de 96 plants en 4x5m avec éclaircie de 56% des tiges en Juin 1984, l'accroissement en circonférence et hauteur se poursuit	H	1,2	3,4	6,1	12,3	18,4	19,2
			C130	18			34,1	50,72	56,7
			Densité/ha	500	500	464	428	204	204

PARACOU				oct-80	juil-81	mai-82	mai-84	oct-85	oct-86
Plantation de Juin 1981 Parcelle 818	Schizolobium amazonicum (PARIKA)	Plantation de 104 plants en 4x5m avec éclaircie de 21% des tiges en Juin 1984, l'accroissement en circonférence et hauteur se poursuit, mais cette parcelle avait pris du retard en lien avec manque d'entretien	H		0,9		7,1	10,5	12,7
			C130				21,4	29,9	35,6
			Densité/ha		475		346	209	182

PARACOU				août-84	avr-85	oct-85	août-86
Plantation de Mai 1984 Placette 844	Tectona grandis (TECK)	56 plants en 3x3m - nombreuses tiges sèches puis repartent à la base, tiges grêles, feuilles avec mycelliums	H C130 Mortalité (%)	0,2	0,67	0,8	1,19
Plantation de Mai 1984 Placette 845	Grevillea pyramidalis (GREVILLAIRE)	56 plants en 3x3m - Hétérogène, tiges frêles, performances médiocres	H C130 Mortalité (%)	0,1	0,27	0,48	1,03
Plantation de Mai 1984 Placette 846	Antocephalus cadamba (NAUCLEE D'ORIENT)	56 plants en 3x3m - Pas de feuilles, sinon feuilles jaunissantes avec traces de mycelliums, assez homogène	H C130 Mortalité (%)	0,08	0,34	0,77	1,02
Plantation de Mai 1984 Placette 847	Triplochiton scleroxylon (SAMBA ou ABACHI)	96 plants en 3x3m - Mortalité quasi générale - Abandon de la parcelle	H C130 Mortalité (%)	0,26	0,39	0,44	1,16
Plantation de Mai 1984 Placette 848	Azelia africana (DOUSSIE)	96 plants en 3x3m - Abandon de la placette	H C130 Mortalité (%)	0,31	0,34	0,35	
Plantation de Mai 1984 Placette 849	Gmelina arborea (TECK BLANC ou PEUPLIER D'AFRIQUE)	96 plants en 3x3m - Placeau assez homogène, croissance faible, peu de feuillage, feuilles jaunissantes avec traces de mycellium. Nombreux dessechements du bourgeon terminal.	H C130 Mortalité (%)	0,69	1,35	1,71	2,02

PARACOU				mai-85	oct-85	oct-86
Plantation de Déc 1984 Placette 851	Ceiba pentandra (FROMAGER)	35 plants en 3x3m, individus trapus (fort collet) et à branches longues, la croissance intéressante	H C130 Mortalité (%)	1,39	1,8	2,1

PARACOU				nov-85	mars-86	oct-86
Plantation de Mai 1985 Placette 853	Enterolobium cyclocarpum (GUANACASTE)	49 plants en 3x3m - Croissance correcte, assez homogène, tiges sensibles au vent	H C130 Mortalité (%)	0,9	1,17	1,78
	Enterolobium cyclocarpum (GUANACASTE)	49 plants en 3x3m - Bonne croissance assez homogène, tiges penchées par le vent	H C130 Mortalité (%)	0,69	0,92	1,76
	Tabebuia rosea (APAMATE)	49 plants en 3x3m - Croissance faible, hétérogène quelques plants jaunissants	H C130 Mortalité (%)	0,38	0,44	0,55
	Bombacopsis quinatum (FROMAGER ROUGE)	49 plants en 3x3m - Croissance faible, hétérogène plants sains	H C130 Mortalité (%)	0,4	0,4	0,63

PARACOU				févr-84	août-84	sept-85	oct-86
Plantation de Mai 1983 en 3x3m 49 plants Parcelle 832	Simarouba amara (SIMAROUBA)	Très forte croissance - Très homogène	H C130 Mortalité	1 dec-83 - -	2,26 11,1 -	5,31 23,6 0	8,5 (esti.) 36,5 0
	Peltogyne venosa (AMARANTE)	Croissance médiocre - Très hétérogène	H C130 Mortalité	0,28 - -	0,52 - -	0,78 - 0	0,91 - 4
	Eperua falcata (WAPA)	Bonne croissance - Très hétérogène	H C130 Mortalité	0,68 - -	1,26 - -	2,02 - 0	2,67 - 0
	Carapa guianensis (CARAPA)	Croissance médiocre - Très hétérogène	H C130 Mortalité	0,4 - -	0,76 - -	1,27 4 -	1,69 8 -
	Protium insigne (GRAND MONI)	Croissance médiocre très hétérogène	H C130 Mortalité	0,33 - -	0,51 - -	0,88 0 -	1,21 4 -
	Carapa guianensis (CARAPA)	Croissance faible très hétérogène	H C130 Mortalité	0,73 - -	0,89 - -	1,04 0 -	1,23 8 -
	Sterculia excelsa (KOBÉ)	Bonne croissance - Très hétérogène	H C130 Mortalité	0,56 - -	0,76 - -	1,33 0 -	2,11 0 -
	Dicorynia guianensis (ANGELIQUE)	Bonne croissance - très hétérogène	H C130 Mortalité	0,43 - -	0,75 - -	1,3 4 -	2,04 8 -
	Qualea coerulea (GONFOLO)	Bonne croissance - très hétérogène	H C130 Mortalité	0,57 - -	0,99 - -	1,66 0 -	2,54 0 -

PARACOU				févr-84	août-84	sept-85	oct-86
Plantation de Janv 1984 en 3x3m 49 plants Parcelle 841	Ocotea rubra (GRIGNON FRANC)	Croissance nulle - Très hétérogène	H C130 Mortalité	0,11	0,19	0,28	
	Hymenea courbaril (COURBARIL)	Bonne croissance - assez hétérogène	H C130 Mortalité	0,28	0,74	1,76	2,74
	Bagasse guianensis (BAGASSE)	Croissance correcte - Très hétérogène	H C130 Mortalité	0,2	0,74	1,52	
	Vochysia densiflora (WANA KOUALI)	Bonne croissance - assez hétérogène	H C130 Mortalité	0,21	0,49	1,11	1,93
	Simarouba amara (SIMAROUBA)	Très forte croissance - homogène	H C130 Mortalité	0,34	0,57	2,27	4,42
	Jacaranda copaia (JACARANDA)	Bonne croissance - Très hétérogène	H C130 Mortalité	0,13	0,41	1,31	2,5
	Symphonia globulifera (MANIL)	Croissance nulle - Hétérogène	H C130 Mortalité	0,19	0,29	0,43	0,54
	Goupia glabra (GOUPI)	Bonne croissance - assez hétérogène	H C130 Mortalité	0,21	0,74	2,14	3,7
	Buchenavia oxycarpa (ANGOUCHI)	Bonne croissance - Très hétérogène	H C130 Mortalité	0,12	0,43	1,57	2,22
PARACOU				févr-84	août-84	sept-85	oct-86
Plantation de déc 1984 en 3x3m 49 plants Parcelle 850	Andira coriacea (ST-MARTIN)	Croissance assez faible - Assez hétérogène	H C130 Mortalité			0,33	0,62
	Diploptropis purpurea (CŒUR DEHORS)	Bonne croissance - Très hétérogène	H C130 Mortalité			0,49	1,51
	Caryocar glabrum (CHAWARI)	Croissance correcte - Très hétérogène	H C130 Mortalité			0,95	1,45
	Platonia insignis (PARCOURI)	Croissance assez faible - Assez homogène	H C130 Mortalité			0,32	0,68
	Vouacapoua americana (WACAPOU)	Croissance nulle - assez hétérogène	H C130 Mortalité			0,31	0,35
	Virola melinonii (YAYALADOU)	Croissance nulle - Assez hétérogène	H C130 Mortalité			0,28	0,38

PARACOU				mars-82	juin-84	juin-84	nov-85	oct-86
Plantation Mars 1982 Parcelle 824	Khaya senegalensis (ACAJOU AFRICAINE)	Plantation avec recrû, de 210 barbatelles en 3x3m, avec éclaircie en Juin 1984 // Branches dressées entre 2 et 4 m (forme 'gobelet') mauvaise forme de l'arbre - croissance très satisfaisante	H	4,13	4,13	7	8,3	
			C130	16,09	16,09	25,71	33,8	
			Densité/ha	1000	1000	620	481	425

PARACOU				juin-84	nov-85	oct-86
Plantation Déc 1981 Parcelle 825	Swietenia macrophylla (MAHOGANY grandes feuilles)	Plantation avec recrû, de 108 barbatelles hautes en 9x9m // Les attaques de borer ont provoqué la forme en pommier de ces arbres - les croissances sont très satisfaisantes	H	5,9	8,9	10,6
			C130	24,9	39,2	49,5
			Densité	113	103	103

PARACOU				août-84	mai-85	oct-85	août-86
Plantation de Mai 1984 en 3x3m Parcelle 842	Kahay ivorensis (ACAJOU ROUGE)	Très hétérogène, plants souvent jaunissant et feuilles se décolorant, très faible croissance	H	0,25	0,39	0,44	0,46
			C130				
			Densité	63	63	59	55
	Khaya senegalensis (ACAJOU AFRICAINE)	Très hétérogènes, quelques beaux plants, traces de borer	H	0,21	0,47	0,84	1,56
			C130				
			Densité	63	63	62	62
	Khaya grandifolia (ACAJOU AFRICAINE Grandes feuilles)	Plants jaunissant, malingre, présence de mycéliums sur les feuilles, croissance très faible	H	0,23	0,29	0,32	0,37
			C130				
			Densité	63	57	55	49
	Swietenia mahogany (MAHOGANY)	Très hétérogène, quelques tiges fourchues, croissance faible	H	0,19	0,36	0,62	0,87
			C130				
			Densité	63	63	63	61
	Swietenia macrophylla (MAHOGANY grandes feuilles)	Très hétérogène, problème de sol, feuilles rougissantes.	H	0,3	0,58	0,83	1,14
			C130				
			Densité	63	63	63	63
	Swietenia humilis (ACAJOU HONDURAS ou ANTILLES)	Hétérogène, faible croissance, feuilles jaunissantes ou rougissantes, plus grands plants fourchus	H	0,21	0,33	0,43	0,59
			C130				
			Densité	63	63	59	58
	Toona ciliata (CEDRE ROUGE ou ACAJOU INDIEN)	Plants petits, chétifs, jaunissant, très forte mortalité	H	0,17	0,32	0,38	0,45
			C130				
			Densité	35	31	22	14

PARACOU				mars-81	mars-82	janv-84	janv-84	août-85	oct-86
Plantation de Mars 1978 Parcelle 785	Cordia allodora (BOIS DE CHYPRE ou DE ROSE)	Plantation de 27 plants en 5*5, éclaircie laissant 10 arbres en Janvier 1984, la croissance semble intéressante en hauteur et circonférence mais stagnation deux ans après éclaircie. Origine Bolivar, Venezuela.	H	3,6	4,5	10,7	12,5	13,2	14,3
			C130			44,4	54,4	61,6	62,9
			Densité/ha			389	185	185	185

Plantation de Mai 1984 Parcelle 843	3 essais d'origines (Antioquia Colombie, Amaga Colombie, Cartago Turrialba Costa Rica) ont été menés entre 1984-86, chacune a été un échec. Le Cordia allodora présente de bon potentiel (cf. ci-dessus) mais l'origine des plants semble réellement conditionner la réussite du projet.								
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PARACOU				août-84	avr-85	oct-85	avr-86	août-86
Plantation de Mai 1984 Placette 84.10	Terminalia ivorensis (FRAMIRE - Prov Côte d'Ivoire)	Plantation de 528 plants répartis en 6 placeaux de 8 plants x 11 plants en 4x4m (2 espèces, 6 provenances, 26 descendance) - (1) 12 descendance => Croissance moyenne, hétérogénéité importante entre les descendance et au sein des descendance, qui peut être dû au sol, tiges saines et vertes mais 30% des tiges présentent un ou plusieurs rejets à la base - (2) 5 descendance => croissance moyenne, très forte hétérogénéité, 25% des tiges ont des rejets - (3) 9 descendance => bonne croissance, plateau de belle venue mais très hétérogène, beaucoup de beaux sujets (Hmax = 6m), 47% des tiges ont des rejets	H	0,33	1,18	1,98	2,44	2,61
			C130					
			Mortalité (%)	0	0	1,4	1,4	1,4
			H	0,35	1,12	1,89	2,31	2,65
			C130					
			Mortalité (%)	0	0	0	0	0
	Terminalia superba (LIMBA)	Plantation en 3x3m de trois provenances : Passi-Congo (2) P'Balmayo-Cameroun (3) Zaranou-Côte d'Ivoire - Les résultats médiocres de cette espèce confortent les résultats déjà obtenus lors de précédentes introductions	H	0,27	0,46	0,56	0,6	0,64
			C130					
			Mortalité (%)	0	1,9	16,7	24,1	24,1
			H	0,32	0,56	0,67	0,69	0,74
			C130					
			Mortalité (%)	0	5,6	9,3	20,4	24,1
			H	0,24	0,55	0,69	0,73	0,81
			C130					
			Mortalité (%)	0	0	1,9	3,7	9,3

PARACOU				juin-79	févr-80	janv-81	déc-81	déc-82	mars-84	mars-84	oct-86
Plantation Déc 1978 Parcelle 796	Terminalia ivorensis (FRAMIRE)	Plantation de 260 plants en 6 x 12 m en grands layons, en 1982 1983 les grands layons sont supprimés et il n'est conservé que de petits peuplements, après les éclaircies la croissance en hauteur semble toujours stagner alors que la circonférence se poursuit mais de manière variable d'un arbre à l'autre	H	1,18	2,07	3,06	4,67			10,8	11,54
			C130	9,4				19,2		44,9	61,3
			Densité	229	221	221	203	203		27	27
Plantation Déc 1978 Parcelle 796	Terminalia ivorensis (FRAMIRE)	Plantation de 350 plants en 6 x 6 m avec recrû, en 1982 1983 le recrû est supprimé et il n'est conservé que de petits peuplements, après les éclaircies la croissance en hauteur semble toujours stagner alors que la circonférence se poursuit mais de manière variable d'un arbre à l'autre	H	1,21	1,78	3,15	4,86		11,27	11,7	11,7
			C130	9,9				23,6	47,2	49,1	66
			Densité	350	336	336	325	315		32	32

PARACOU			août-84	avr-85	nov-85	août-86	
Plantation de Mai 1984 Placette 84.11	Leucaena leucocephala (LEUCEN ou CASSI ou FAUX ACACIA)	Plantation de 8 variétés en placeaux de 49 plants en 3x3m - Sur l'ensemble des placeaux l'on constate un arrêt de la croissance, l'apparition générale de fructifications, et des dessechements en cime voir complet - Les résultats sont assez homogènes et même les meilleurs placeaux présentent des performances assez médiocres. (1) Ile Maurice (Var. Cunninghamii) ; (2) Côte d'Ivoire ; (3) Hawaï (Var K.8) ; (4) Ile Maurice (Var. Guatemala) ; (5) Ile Maurice (Var. Pérou) ; (6) Hawaï (Var. K132) ; (7) La réunion (Var. Bretagne) (8) Australie (Var Péru)	H	0,83	2,28	2,98	3,12
			C130				
			Mortalité (%)	0	0	0	0
		H	0,72	1,7	2,05	2,07	
		C130					
		Mortalité (%)	0	0	0	0	
		H	0,85	1,56	2	2,06	
		C130					
		Mortalité (%)	0	0	0	0	
		H	0,71	1,76	1,91	2	
		C130					
		Mortalité (%)	0	0	0	0	
		H	0,71	1,52	1,65	1,72	
		C130					
		Mortalité (%)	0	0	0	0	
Dans le cadre d'un usage en plantation dédiée biomasse les meilleurs spécimens sont surlignés en vert (densité préconisée 4000/ha)	H	1,05	2,38	2,5	2,87		
	C130						
	Mortalité (%)	0	0	0	8		
	H	0,61	1,14	1,17	1,28		
	C130						
	Mortalité (%)	0	4	8	20		
H	0,52	1,27	1,33	1,59			
C130							
Mortalité (%)	0	0	22	28			

COMBI			août-85	oct-85	
Plantation de Mai 1984 Placette 842	Leucaena Var K8 (Hawaï)	Plantation de 9 placeaux de 64 plants en 3x3m, cet essai n'a fait l'objet d'aucune mesure en 1986 car dès le début de l'année 1986 il était constaté un dessèchement assez général des tiges (accompagné d'une large fructification) et du fait des nombreux dessèchement de cime, une diminution de la hauteur des placeaux. Les résultats de cette espèce s'avèrent donc très médiocres. Cependant les croissances initiales laissent à penser une réorientation de l'usage de cette espèce vers la biomasse	H	0,63	1,37
			C130		
			Mortalité (%)	0	8,3
	Leucaena Var Péru (Australie)		H	0,49	1,18
			C130		
			Mortalité (%)	5,5	11,1
	Leucaena Cunninghamii (Ile Maurice)		H	0,82	1,63
			C130		
			Mortalité (%)	2,8	2,8
	Leucaena Var Côte d'Ivoire		H	0,57	1,16
			C130		
			Mortalité (%)	8,3	11,1
	Leucaena Var K132 (Hawaï)		H	0,81	1,86
			C130		
			Mortalité (%)	0	0
Leucaena Var Guatemala (Ile Maurice)	H	0,76	1,12		
	C130				
	Mortalité (%)	0	0		
Leucaena Var Pérou (Ile Maurice)	H	0,55	0,78		
	C130				
	Mortalité (%)	0	0		
Leucaena Var Bretagne (La réunion)	H	0,51	0,75		
	C130				
	Mortalité (%)	0	0		

				août-84	oct-85	oct-86
Plantation de Mai 1984 Placette 843	Acacia mangium	Plantation de 8 plants en 3x3 - Très bonne croissance feuillage un peu jaunissant	H C130 Mortalité (%)	0,74 17,5	4,22 25,5	6,36
	Acacia cincinnata	Plantation de 8 plants en 3x3 - Très bonne croissance plants sains	H C130 Mortalité (%)	1 15,9	4,7 19,5	6,41
	Acacia aulocarpa	Plantation de 8 plants en 3x3	H C130 Mortalité (%)	0,7 21,4	5,94 34,8	8,8
	Acacia crassicarpa	Plantation de 8 plants en 3x3	H C130 Mortalité (%)	1 26	6,13 41,8	8,6
				oct-85	mars-86	août-86
Plantation de Mai 1985 Placette 850	Acacia tumida	Bonne croissance, plateau assez homogène, quelques feuilles jaunissantes, floraison générale	H C130 Mortalité (%)	1,27 36	2,39 36	3,34 36
	Acacia sclerosperma	Trop forte mortalité, plateau abandonné (replanté en 1986 placette 860,4)	H C130 Mortalité (%)	0,49 40	0,7 64	
	Cassia alata	Plants se dessèchent, plants stagnants, avenir compromis	H C130 Mortalité (%)	0,77 0	0,88 0	0,83 0
	Acacia inaequilatera	Très hétérogène, pas de croissance, avenir compromis	H C130 Mortalité (%)	0,79 72	0,94 84	0,85 84
	Acacia auriculiformis	Plateau homogène, bonne croissance houppiers fournis, un peu sensible au vent	H C130 Mortalité (%)	1,75 0	3,34 0	4,34 0
	Acacia monticola	Plateau assez homogène, croissance faible, floraison générale	H C130 Mortalité (%)	0,83 44	1,63 48	1,9 48
	Acacia plectocarpa	Plateau assez homogène, croissance faible, plants un peu penchés	H C130 Mortalité (%)	1,34 8	2,35 12	2,7 16
	Acacia mangium	Très homogène, très forte croissance, le plus beau plateau	H C130 Mortalité (%)	1,64 0	3,61 0	5,49 30 0
	Acacia bivenosa	Plateau assez homogène, croissance correcte, plants sains bien que quelques myceliums sur les feuilles.	H C130 Mortalité (%)	0,5 76	1,61 76	2,14 76
	Acacia holosericea	Tiges grêles mais résistantes au vent	H C130 Mortalité (%)	1,12 21	2,23 21	2,7 21
	Acacia trachycarpa	Plateau assez homogène, croissance moyenne, tiges grêles penchées, 50% des tiges en fleurs	H C130 Mortalité (%)	0,77 29	1,6 43	2,03 43
	Acacia dunii	Plateau assez homogène, taille des feuilles diminuée, tiges grêles, peu de ramifications. Croissance correcte.	H C130 Mortalité (%)	0,77 5	2,11 5	3,07 5

				oct-85	mars-86	août-86
Plantation de Mai 1985 Placette 850	Acacia farnesiana	Croissance nulle, homogène	H C130 Mortalité (%)	0,84 0	1,04 0	1,05 0
	Acacia angustissima	Placeau assez homogène, croissance initiale forte puis faible. Tiges grêles, penchant légèrement	H C130 Mortalité (%)	2,06 0	2,85 0	3,06 0
	Pithecelobium dulce	Croissance faible, placeau assez hétérogène, les tiges semblent s'étouffer un peu.	H C130 Mortalité (%)	1,03 4	1,4 4	1,55 4
	Samanea saman	Croissance faible, placeau assez homogène, plants sains, quelques tiges penchées	H C130 Mortalité (%)	0,9 4	1,38 4	1,76 4
	Peltophorum africanum	Pas de croissance tiges saines	H C130 Mortalité (%)	1,03 0	1,68 0	1,71 0
	Gliciria sepium	Croissance correcte, placeau assez homogène. Tiges grêles sans ramifications, tiges très penchées	H C130 Mortalité (%)	1,23 0	1,78 4	2,32 4
	Sesbania grandiflora	Tiges toutes sèches, abandon du placeau	H C130 Mortalité (%)	2,05 4	2,29 56	
	Sesbania rostrata	Ce placeau ayant totalement dépéri, il a été totalement replanté en 1986	H C130 Mortalité (%)	2,35 100		
	Erythrina poeppigiana	Le taux de réussite de bouture étant faible et le taux de reprise aussi, ce placeau a été replanté en 1986				