

PROGRAMME RÉGIONAL POUR LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE



PARTENAIRES POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE DE LA GUYANE

**CARACTERISATION DES ESSENCES
FORESTIERES DE GUYANE POUR UN
USAGE BIOCOMBUSTIBLE**



Convention N°0945C0115

Rapport final

Septembre 2011



Réalisé par François PINTA

Avec Jeremy VALETTE et
Ghislaine VOLLE,

CIRAD, Unité de recherche
Biomasse énergie

SOMMAIRE

1. Rappel des objectifs généraux et contenu de l'étude	3
2. Les espèces forestières caractérisées	4
3. Méthodologies de caractérisation des bois combustibles utilisés	6
4. Teneur en cendres, composition minérale, composition élémentaire et pouvoir calorifique	10
5. Température de fusibilité des cendres de bois	14
6. Conclusion	14
<i>ANNEXE 1 : Termes de référence de l'étude</i>	<i>18</i>
<i>ANNEXE 2 : Résultats des analyses minérales des 150 échantillons</i>	<i>19</i>
<i>ANNEXE 3 : Teneurs en soufre et chlore des 85 échantillons d'espèces forestières analysées</i>	<i>23</i>
<i>ANNEXE 4 : Résultats des analyses élémentaires et du pouvoir calorifique de chaque échantillon.</i>	<i>25</i>

Liste des Tableaux

<i>Tableau 1 : Sélection des 50 essences les plus fréquentes</i>	<i>4</i>
<i>Tableau 2.1 : Moyenne pondérée des caractéristiques de composition minérale, composition élémentaire et pouvoir calorifique des bois de Guyane (sur masse de matière sèche).</i>	<i>10</i>
<i>Tableau 2.2 : Composition élémentaire et pouvoir calorifique moyen par essence de bois</i>	<i>12</i>
<i>Tableau 2.3 : Taux de cendres (MM %) et compositions moyennes par essence de bois</i>	<i>13</i>
<i>Tableau 3 : Principales espèces forestières constitutives des 10 échantillons de mélanges de bois ayant servis à la détermination de la température de fusibilité des cendres.</i>	<i>14</i>
<i>Tableau 4 : Températures de fusibilité des cendres des 10 échantillons de bois-énergie de Guyane</i>	<i>15</i>
<i>Tableau 5 : (1er lot échantillons) : résultats d'analyses minérales des bois de Guyane.</i>	<i>19</i>
<i>Tableau 6 (partie 1/2): résultats d'analyses du soufre et chlore dans les bois de Guyane.</i>	<i>23</i>
<i>Tableau 7 (partie 1/3): résultats des analyses élémentaires et PCI des bois de Guyane.</i>	<i>25</i>

Ce document présente les travaux et résultats d'analyses des caractéristiques des bois de Guyane pour un usage combustible.

Ils ont été réalisés grâce à un financement du PRME (programme régional de maîtrise de l'énergie) dans le cadre de la convention N° 0945C0115.

Ces travaux sont complémentaires à l'étude concomitante intitulée « qualification des essences de bois de Guyane comme biocombustibles » réalisée conjointement par l'UMR Ecofog et l'UR biomasse énergie du Cirad.

Les auteurs tiennent à remercier tous les personnes qui ont contribué au bon déroulement de ces travaux, tant pour les prélèvements et l'identification des échantillons que pour la réalisation des nombreuses analyses effectuées.

1. Rappel des objectifs généraux et contenu de l'étude

Conformément aux termes de référence présentés en annexe 1, l'étude a permis de réaliser la caractérisation du bois biocombustible en Guyane sur 150 échantillons de bois d'espèces forestières représentatives de la ressource bois énergie de la forêt guyanaise. Les analyses ont été réalisées aux laboratoires à Kourou et à Montpellier.

Les analyses ont permis la détermination des caractéristiques suivantes :

- taux de silice,
- taux de matières minérales,
- composition des cendres (principaux éléments), y compris l'analyse du taux de soufre et du taux de chlore réalisée sur un échantillon des espèces représentant les plus grands volumes spécifiques de biomasse disponible,
- composition élémentaire,
- pouvoir calorifique (PCI),
- température de fusibilité des cendres : une dizaine d'essais (sur des échantillons d'espèces forestières représentatives de volumes disponibles importants, en mélange).

Le chapitre 2 présente la sélection des espèces forestières qui a été réalisée de manière à représenter la plus grande proportion de bois énergie valorisable : nous avons retenu les 50 essences forestières de bois énergie dont le volume disponible est le plus important en Guyane.

Le chapitre 3 présente les méthodologies utilisées pour la détermination de chacune des caractéristiques.

Les résultats des analyses et caractérisations sont présentés au chapitre 4 tandis que les résultats détaillés par échantillon, et par types de caractéristiques, sont fournis en annexes 2 à 4.

2. Les espèces forestières caractérisées

Ce paragraphe traite de la sélection des espèces forestières échantillonnées et caractérisées pour un usage combustible. Il est extrait du rapport d'avancement de l'étude « Qualification des bois de Guyane pour un usage comme combustible » (Beauchêne-Pinta de mai 2011). Suite au travail de l'ONF Guyane sur les grands inventaires papetiers, nous avons sélectionné les cinquante essences les plus importantes en volume sur les inventaires (Tableau 1).

Ensuite, à partir des bases de données des dispositifs permanents de GUYAFOR, de l'inventaire de COUNAMI et du projet BRIDGE (<http://www.ecofog.gf/Bridge/indexfr.html>) nous avons retenu un groupe d'espèces par essence en essayant d'extraire l'espèce la plus dominante du groupe. Opération souvent difficile puisqu'une espèce peut-être relativement présente dans une forêt et absente d'une autre.

Toutefois, le résultat semble relativement homogène à l'intérieur de chaque essence, tout au moins du point de vue des propriétés du bois, nous le verrons par la suite.

	Nom papetier ou autre Nom commun	Sélection espèces en m ³ (la première est la plus fréquente)	Volumes inventoriés	Fréquence	Fréquence cumulée
1	Bioudou/ Wapa	<i>Eperua falcata</i> , <i>Eperua spp.</i>	61007	17,46%	17,5%
2	Baikaaki/ Maho noir	<i>Eschweilera coriacea</i> , <i>E. sagotiana</i> , <i>E. spp.</i>	32806	9,39%	26,8%
3	Gaulette/ Koko	<i>Licania membranacea</i> , <i>L. alba</i> , <i>L. spp.</i>	29717	8,50%	35,4%
4	lebi loabi/Maho rouge	<i>Lecythis idatimon</i> , <i>Lecythis spp.</i>	19882	5,69%	41,0%
5	Angélique	<i>Dicorynia guianensis</i>	12702	3,64%	44,7%
6	weti loabi	<i>Lecythis corrugata</i> , <i>Lecythis spp.</i>	7788	2,23%	46,9%
7	Bakouman	<i>Micropholis guyanensis</i> , <i>M. spp.</i>	5622	1,61%	48,5%
8	Balata franc	<i>Manilkara bidentata</i> , <i>M. spp.</i>	5527	1,58%	50,1%
9	Goupi	<i>Goupia glabra</i>	4992	1,43%	51,5%
10	Sabana mataaki/Manil	<i>Symphonia globulifer</i> , <i>S.sp1</i>	4755	1,36%	52,9%
11	Niamboka	<i>Pouteria guianensi</i> , <i>P. spp.</i>	4160	1,19%	54,1%
12	Ouéko	<i>Inga huberii</i> , <i>I. alba</i> , <i>I. spp.</i>	4131	1,18%	55,3%
13	Balata pomme	<i>Chrysophyllum sanguinolenta</i>	4052	1,16%	56,4%
14	Moni/ Encens	<i>Protium decandrum</i> , <i>P. opacum</i> , <i>P. spp.</i>	3884	1,11%	57,5%
15	Akoinsiba	<i>Pouteria melanopod</i> , <i>P. spp.</i>	3592	1,03%	58,6%
16	Bounaati/Wacapou	<i>Vouacapoua americana</i>	3310	0,95%	59,5%
17	Gonfolo kouali	<i>Qualea rosea</i> , <i>Q. spp.</i>	3286	0,94%	60,4%
18	Kobé	<i>Sterculia prurien</i> , <i>S. spp.</i>	3045	0,87%	61,3%
19	Grignon franc	<i>Sextonia rubra</i>	2723	0,78%	62,1%
20	Inguipipa	<i>Couratari multiflora</i> , <i>C. spp.</i>	2676	0,77%	62,9%
21	Bofo oudou	<i>Sacoglottis guianensis</i>	2589	0,74%	63,6%
22	Bougou bougou	<i>Swartzia polyphylla</i> (Volume surévalué arbre cannelé)	2563	0,73%	64,3%
23	Tossopassa	<i>Iryanthera sagotiana</i> , <i>I. hostmanii</i>	2558	0,73%	65,1%
24	Boco	<i>Bocoa prouacensi</i> , <i>B. spp.</i>	2298	0,66%	65,7%
25	Pepeboiti	<i>Chrysophyllum prieurii</i> , <i>C. spp.</i>	2102	0,60%	66,3%
26	Bois flèche	<i>Mouriri crassifolia</i> , <i>M. spp.</i>	1982	0,57%	66,9%
27	Bouchi moulomba / Yayamadou montagne	<i>Virola michelii</i> , <i>V. spp.</i>	1976	0,57%	67,5%
28	Tamalin	<i>Abarema jupunba</i>	1945	0,56%	68,0%
29	Neko oudou	<i>Alexa wachenheimii</i> ou <i>Ormosia coutinho</i> , <i>O. spp.</i>	1868	0,53%	68,6%
30	Dodomissinga	<i>Parkia nitida</i> , <i>P. spp.</i>	1862	0,53%	69,1%

Tableau 1 (1ere partie): Sélection des 50 essences les plus fréquentes

	<i>Nom papetier ou autre Nom commun</i>	<i>Sélection espèces en m³ (la première est la plus fréquente)</i>	<i>Volumes inventoriés</i>	<i>Fréquence</i>	<i>Fréquence cumulée</i>
31	Papaati/Amarante	<i>Peltogyne venos, P. paniculata</i>	1834	0,52%	69,6%
32	Bofom peto	<i>Tapura capitulifer, T. spp.</i>	1833	0,52%	70,1%
33	Carapa	<i>Carapa procera, C. guianensis</i>	1826	0,52%	70,7%
34	Sabana gouegoue/ Moutouchi	<i>Pterocarpus officinallis, P. spp.</i>	1815	0,52%	71,2%
35	Diaguidia	<i>Tachigalii melinonii, T. spp.</i>	1802	0,52%	71,7%
36	Anangossi	<i>Terminalia amazoni, T. spp.</i>	1758	0,50%	72,2%
37	Weti koko	<i>Drypetes variabilis</i>	1692	0,48%	72,7%
38	Balata blanc	<i>Micropholis cayennensis, M. spp.</i>	1684	0,48%	73,2%
39	Fongouti koko	<i>Parinari campestris, P. spp.</i>	1677	0,48%	73,6%
40	Alimiao	<i>Pseudopitadenia suaveolens, P. psyllostachia</i>	1675	0,48%	74,1%
41	Agougagui/Chawari	<i>Caryocar glabrum, C. spp.</i>	1648	0,47%	74,6%
42	Pikin panga	<i>Crudia aromatica</i>	1647	0,47%	75,1%
43	Gueli kiabici/ Saint- Martin Jaune	<i>Hymenolobium flavum, H. spp.</i>	1641	0,47%	75,5%
44	Palioudou/Gonfolo gris	<i>Ruizterania albiflora</i>	1627	0,47%	76,0%
45	Moulomba/ Yayamadou marécage	<i>Virola surinamensis</i>	1594	0,46%	76,5%
46	Bouchi mango	<i>Tovomita choisyana, T.spp.</i>	1540	0,44%	76,9%
47	Lebi kiabici/ Saint-Martin rouge	<i>Andira coriacea, A. spp., Ormosia coutinhoi</i>	1531	0,44%	77,3%
48	Lebi ouéko	<i>Inga sertulifera, Inga alba, I. spp.</i>	1509	0,43%	77,8%
49	Mongo gouegoue	<i>Swartzia benthamiana, S. spp.</i>	1497	0,43%	78,2%
50	Laeti	<i>Laeti procera</i>	1487	0,43%	78,6%

Tableau 1 (suite et fin): Sélection des 50 essences les plus fréquentes

Cette sélection de 50 essences permet de décrire 78,6 % du volume de bois présent sur la frange côtière de Guyane.

3. Méthodologies de caractérisation des bois combustibles utilisés

Matières minérales ou taux de cendres

Le taux de cendres est le résidu minéral après destruction de la matière organique par calcination en laboratoire à 500°C.

La méthode normalisée XP CEN/TS 14775 a été utilisée. Cette détermination gravimétrique peut être réalisée au cours de la mise en solution des éléments minéraux.

Minéralisation et dosage des éléments minéraux

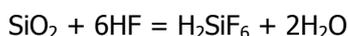
Le laboratoire d'analyse des végétaux du Cirad s'appuie sur le document de référence du Comité Inter institut d'étude des techniques analytiques : méthodes de référence pour la détermination des éléments minéraux dans les végétaux – Oléagineux, 1973, 28,87-92.

En éliminant la matière organique par calcination à 500°C et la silice par l'acide fluorhydrique puis évaporation, cette méthode permet de mettre en solution, en vue de leur dosage, des éléments minéraux tels que le phosphore, potassium, calcium, magnésium, sodium, cuivre, fer, zinc, manganèse et Aluminium.

Les solutions sont analysées par spectrométrie d'émission plasma à couplage inductif (ICP).

Taux de Silice

La mise en solution du silicium est réalisée par calcination de l'échantillon à 500°C puis dissolution des cendres de l'échantillon par un mélange d'acides fluorhydrique et chlorhydrique. La silice est présente dans la plante sous forme de SiO₂ ; dans les cendres, elle réagit à froid avec HF pour former de l'acide hexafluorosilicique selon la réaction :



Il est important de travailler à froid afin d'éviter des pertes par volatilisation sous forme de SiF₄. L'analyse du silicium est effectuée par spectrométrie d'émission plasma (ICP).

Détermination du Pouvoir Calorifique Inférieur

Définitions

Le pouvoir calorifique supérieur (PCS) est la quantité d'énergie maximale que peut générer la combustion d'une unité de masse d'un combustible alors que l'eau produite par cette combustion est condensée.

Le pouvoir calorifique inférieur (PCI) est la quantité de chaleur maximale fournie par une unité de masse de combustible lorsque l'eau formée par la combustion demeure à l'état vapeur.

Principe :

Le PCS est mesuré expérimentalement à l'aide d'un calorimètre.

Le PCI se déduit du PCS par soustraction de l'énergie utile à la vaporisation de l'eau produite au cours de la combustion. L'eau ayant pour origine l'hydrogène contenu dans le bois.

La norme XP CEN/TS 14918 est utilisée pour déterminer le PCI d'un biocombustible à partir de la détermination préalable du PCS.

Méthode de détermination du PCS

Compte tenu du nombre important d'échantillons à analyser, nous avons procédé en trois étapes afin de sélectionner et valider une formule de calcul du PCS adaptée aux bois de Guyane échantillonnés:

- Réalisation de mesures au calorimètre sur un lot d'échantillons,
- Mesure des compositions élémentaires des échantillons en C ; H ; O ; N.
- Sélection et validation de la formule de calcul utilisée pour l'ensemble des échantillons.

La détermination expérimentale (calorimètre) du PCS de 36 échantillons de bois a été réalisée selon la norme XP CEN/TS 14918.

Nous avons ensuite comparé les résultats expérimentaux obtenus sur ces 36 échantillons avec les résultats obtenus à partir de différentes formules de calcul.

La formule utilisée se base sur la composition élémentaire (en carbone, hydrogène oxygène et azote) du bois et sur sa teneur en cendres, exprimé en pourcentage de matière sèche.

$$\text{PCS sec} = 0.3491 \text{ C} + 1.1783 \text{ H} - 0.1034 \text{ O} - 0.0151 \text{ N} - 0.0211 \text{ A}$$

Avec : C: Pourcentage massique de Carbone sur sec

H: Pourcentage massique d'Hydrogène sur sec

O: Pourcentage massique d'Oxygène sur sec

N : Pourcentage massique d'Azote sur sec

A: Pourcentage massique de Cendres sur sec

Les résultats obtenus par cette méthode permettent d'avoir un écart moyen par rapport aux valeurs expérimentales de 1%.

Cette formule a donc été utilisée pour déterminer le PCS de l'ensemble des autres échantillons de bois.

Méthode de détermination du PCI

La norme XP CEN/TS 14918 utilise la relation suivante pour calculer le PCI à partir du PCS :

$$\text{PCI sec} = \text{PCS sec} - 212.2 \times \text{T(H)s} - 0.8 \times [\text{T(O)s} + \text{T(N)s}]$$

Avec : T(H)s Pourcentage massique d'Hydrogène sur sec

T(O)s Pourcentage massique d'Oxygène sur sec

T(N)s Pourcentage massique d'Azote sur sec

Les PCI et PCS sont exprimés dans cette formule en J/g

Notion de PCI du bois brut

Le PCI brut prend en compte la teneur en humidité du bois. Cette humidité influence **très fortement** le contenu énergétique valorisable d'un combustible.

La formule de calcul utilisée est la suivante :

$$\text{PCI}_{\text{brut}} = \text{PCI}_{\text{sec}} \times (1 - 0,01 \text{ M}) - 24,43 \times \text{M} \quad \text{en kJ.kg}^{-1}$$

Avec : PCI_{sec} en kJ.kg^{-1}

M : Teneur en humidité de l'échantillon en pourcentage massique.

Analyse élémentaire CHNO

Rappelons que la composition élémentaire a été déterminée pour permettre le calcul du pouvoir calorifique des échantillons.

La norme utilisée est la XP CEN/TS 15104 de décembre 2005. L'échantillon est brûlé sous oxygène dans les conditions telles qu'il soit entièrement converti en produits gazeux et en cendres. Les gaz produits sont traités de sorte que tout l'hydrogène soit présent sous forme de vapeur d'eau, tout le carbone sous forme de dioxyde de carbone et tout l'azote sous forme de diazote. Ces trois gaz sont alors analysés séparément par l'intermédiaire de colonne sélective de rétention et par un détecteur à conductivité thermique.

Les éléments C, H et N sont déterminés par cette méthode. L'oxygène est calculé en tenant compte de ces valeurs et de la teneur en cendres selon la formule de calcul suivante :

$$\%O = 100 - (\%C + \%H + \%N + \%cendres)$$

Température de fusibilité des cendres d'un biocombustible solide

La norme CEN/TS 15370-1 (de septembre 2006) est utilisée pour déterminer la température de fusibilité des cendres d'un combustible solide.

Nous rappellerons ici quelques notions essentielles et le principe des mesures réalisées avant de présenter les résultats obtenus sur les échantillons de bois de Guyane constitués en mélanges tels qu'ils pourront se retrouver dans les foyers des chaudières de centrales alimentées par des bois de forêt naturelle ou de défriches agricoles.

Notions essentielles :

La fusion des cendres est un procédé complexe où des phénomènes de frittage, de retrait et de boursoufflement peuvent intervenir. La méthode décrite ici fournit des informations sur la fusion et le comportement à la fusion des composés inorganiques constituant les cendres de combustibles, à haute température.

La méthode est empirique. La cendre utilisée pour l'essai est un matériau homogène, préparé à partir du combustible, et la détermination est effectuée à une allure de chauffe régulée, dans une atmosphère contrôlée.

En revanche, en grandeur nature, les processus complexes de combustion et de fusion impliquent des mélanges de particules hétérogènes, des montées en température variables et des atmosphères ayant des compositions variées.

Les températures caractéristiques déterminées dans l'essai peuvent être utilisées pour comparer la tendance des cendres, issues de divers types et qualités de biocombustibles solides, à former des dépôts fusibles ou à causer des agglomérats pendant la combustion.

Principe :

L'échantillon est calciné à 815 °C dans un four à moufle (même si l'échantillon est déjà sous forme de cendres, celles-ci sont re-calcinées à 815 °C).

Les cendres ainsi obtenues sont broyées finement, et une éprouvette cylindrique de 5 mm de haut et d'un diamètre de 5 mm est confectionnée à partir de ces cendres.

Cette éprouvette est enfournée dans un four tubulaire sous atmosphère oxydante (balayage par un courant d'air).

La température du four est augmentée régulièrement jusqu'à 1500 °C maximum environ, à raison de 3 à 10 °C / minute, et l'éprouvette est photographiée en continue (au moins une photo tous les 10 °C). Les 4 points caractéristiques suivant sont enregistrés :

Température de contraction

Température à laquelle se produit un rétrécissement de la montre. Cette température est définie quand les dimensions de la montre sont inférieures à 95 % des dimensions initiales à 550 °C.

Note. Le rétrécissement peut être dû à la libération du dioxyde de carbone et des composés alcalins volatils.

Température de déformation

Température à laquelle les premiers signes d'arrondissement des arrêtes ont lieu à cause de la fusion.

Température d'hémisphère

Température à laquelle la montre forme approximativement un hémisphère, c'est à dire quand la hauteur devient égale à la moitié du diamètre de la base.

Température d'écoulement

Température à laquelle la cendre forme une couche étendue sur le support, dont la hauteur est la moitié de la hauteur de la montre à la température d'hémisphère.

Avec certaines cendres, des difficultés peuvent apparaître en raison d'effets tels que la formation de cloques, la distorsion, la contraction, le renflement, le non-mouillage du support (causer par une tension de surface élevée), et l'éclatement des bulles de gaz internes.

4. Teneur en cendres, composition minérale, composition élémentaire et pouvoir calorifique des bois

Le tableau 2.1 ci-après présente les moyennes des teneurs en composés minéraux analysés sur l'ensemble des échantillons.

Toutes les valeurs sont exprimées en proportion massique sur matière sèche.

La composition élémentaire (C, H, O, N) est exprimée en proportion massique sur sec, hors matières minérales.

	Caractéristiques analysées	Résultats (moyenne de tous les échantillons)
Taux de matières minérales	Taux de cendres %	1,0
Composition minérale des cendres	Taux de silice : SiO₂ %	0,30
	P %	0,005
	K %	0,093
	Ca %	0,154
	Mg %	0,032
	Na %	0,030
	S %	0,035
	Cl %	0,94
	Zn ppm	2,86
	Fe ppm	15,49
	Mn ppm	15,33
	Cu ppm	342
Composition élémentaire	N %	0,2
	C %	49,8
	H %	6,1
	O %	42,8
Pouvoir calorifique	PCI (MJ/Kg)	18,8

Tableau 2.1 : Moyenne pondérée des caractéristiques de composition minérale, composition élémentaire et pouvoir calorifique des bois de Guyane (sur masse de matière sèche).

Commentaires

Les résultats des analyses du **taux de cendres montrent une teneur moyenne de 1.0%** de la matière sèche des échantillons de bois. Les valeurs extrêmes mesurées sont 0,1 à 4%.

La teneur moyenne en silice est de 0.30% avec des valeurs extrêmes allant de 0 à 3.2% selon les échantillons. Les bois de la famille des Licania (les gaulettes) ont le taux de silice le plus élevé, presque toujours compris entre 1 et 3% (cf. annexe 2).

La teneur moyenne en chlore mesurée sur 85 échantillons des espèces forestières les plus abondantes **est de 0.034%** (cf. annexe 3).

La teneur moyenne en soufre calculée sur ces échantillons **est de 0.035%** (cf. annexe 3).

Si la composition élémentaire des bois n'appelle pas de commentaire particulier, par contre, on retiendra que le **pouvoir calorifique moyen** des bois de Guyane est de **18,8 MJ/kg de bois anhydre** (cf. annexe 4), légèrement plus élevée (d'environ 2%) que la valeur moyenne généralement indiquée pour le bois (18.4 MJ/kg – Source : Guide Biomasse énergie, 2005).

Les résultats des analyses du pouvoir calorifique des échantillons sont détaillés en annexe 4.

Les résultats détaillés par échantillon et par type d'analyses sont présentés dans les tableaux 3 à 5 des annexes 2 à 4.

Résultats par essences de bois

Les résultats obtenus pour les 50 essences de bois sont présentés dans les tableaux 2.2 et 2.3 ci-après.

Les essences les plus abondantes, c'est-à-dire représentant, en moyenne, le plus fort volume de bois énergie par hectare de forêt, ont fait l'objet d'un plus grand nombre d'échantillonnage pour améliorer la précision du résultat. Les essences peu abondantes ont été caractérisées sur un échantillon.

Le tableau 2.2 présente la composition élémentaire et le pouvoir calorifique par essence de bois.

Le tableau 2.3 présente le taux moyen de cendres (ou matières minérales : MM %) par essence, ainsi que la composition minérale.

Essences de bois	N %	C %	H %	O %	PCI (MJ/Kg)
Eperua falcata	0,15	51,2	6,0	42,0	19,3
Eschweilera coriacea, E. sagotiana	0,21	48,6	6,4	43,7	18,5
Licania sp.	0,24	48,0	6,4	43,1	18,4
Lecythis persistens	0,21	49,4	5,9	43,5	18,4
Dicorynia guianensis	0,29	49,6	6,1	43,0	18,7
Lecythis corrugata	0,28	49,1	6,1	42,9	18,6
Micropholis guyanensis	0,24	48,8	6,3	43,3	18,6
Manilkara bidentata	0,12	49,7	6,5	42,4	19,2
Goupia glabra	0,07	51,1	5,9	42,5	19,1
Symphonia globulifera	0,11	49,7	5,8	42,9	18,5
Pouteria guianensis, P. sp.	0,28	47,5	7,1	44,8	18,7
Inga huberii ou I. sp.	0,29	50,3	6,0	42,6	18,9
Chrysophyllum sanguinolenta	0,22	50,0	6,3	42,7	19,0
Protium decandrum, P. opacum / Moni	0,17	49,3	6,0	43,5	18,4
Pouteria melanopoda, P.sp.	0,25	49,7	6,2	42,9	18,9
Vouacapoua americana	0,22	52,3	6,3	40,9	20,1
Qualea rosea	0,19	49,5	6,1	42,8	18,7
Sterculia pruriens	0,14	49,3	5,8	43,3	18,3
Sextonia rubra	0,16	51,8	6,3	41,4	19,8
Couratari multiflora	0,36	50,3	6,2	41,9	19,2
Sacoglottis guianensis	0,17	50,1	6,2	42,9	19,0
Iryanthera hostmanii, I sagotiana	0,18	50,1	5,9	42,5	18,7
Swartzia polyphylla, S. sp	0,48	49,4	6,4	42,9	18,9
Bocoa prouacensis	0,48	51,9	6,0	41,3	19,6
Chrysophyllum lucentifolium	0,51	48,9	6,1	43,3	18,4
Mouriri crassifolia	0,21	50,1	5,8	42,3	18,7
Virola michelii, V.sp	0,33	48,6	6,0	44,5	18,1
Abarema jupunda	0,22	48,7	6,0	44,0	18,2
Ormosia coutinhoi	0,24	48,9	6,0	44,5	18,3
Parkia nitida	0,33	49,8	6,0	43,1	18,7
Carapa guianensis	0,13	50,5	5,9	43,1	18,8
Peltogyne venosa	0,21	50,6	5,8	42,3	18,9
Pterocarpus officinallis	0,42	49,8	6,1	43,3	18,8
Tachigalii melinonii	0,32	49,8	6,1	43,8	18,7
Tapura capitulifera	0,36	52,1	6,0	40,9	19,7
Terminalia dichotoma	0,13	51,7	5,8	41,6	19,3
Drypetes variabilis	0,32	49,6	6,1	43,3	18,7
Micropholis cayennensis	0,24	54,0	6,4	38,6	21,0
Parinari campestris	0,18	51,0	6,0	42,5	19,1
Pseudopiptadenia suaveolens	0,39	50,1	6,0	42,9	18,9
Caryocar glabrum	0,29	49,5	6,0	43,2	18,5
Crudia bracteata	0,45	50,6	5,9	42,2	19,0
Hymenolobium flavum	0,30	51,8	5,9	41,7	19,5
Ruizterania albiflora	0,18	50,2	6,0	42,9	18,8
Virola surinamensis	0,28	49,4	5,9	43,4	18,4
Andira coriacea	0,19	51,6	5,9	42,0	19,4
Tovomita choisyana	0,19	50,7	5,8	42,5	18,9
Inga alba, I. sp.	0,20	50,9	5,7	41,9	18,9
Swartzia polyphylla	0,38	49,3	6,4	42,6	18,9
Laeti procera	0,19	49	6,0	44,0	18,3

Tableau 2.2 : Composition élémentaire et pouvoir calorifique moyen par essence de bois.

Essences de bois	MM %	S %	P %	K %	Ca %	Mg%	Na %	SiO2 %	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	Cl ppm
Eperua falcata	0,6	0,013	0,006	0,078	0,124	0,031	0,013	0,021	1,0	14,6	15,1	1,7	82
Eschweilera coriacea, E.sagotiana	1,1	0,056	0,006	0,140	0,135	0,015	0,046	0,414	0,8	9,4	7,9	2,2	105
Licania sp.	2,2	0,052	0,003	0,063	0,168	0,028	0,041	1,511	0,6	10,4	15,7	1,7	174
Lecythis persistens	1,0	0,046	0,006	0,069	0,152	0,035	0,067	0,213	1,1	11,5	16,8	3,9	1040
Dicorynia guianensis	1,0	0,011	0,005	0,058	0,058	0,011	0,011	0,614	1,2	16,5	11,1	2,2	32
Lecythis corrugata	1,5	0,049	0,010	0,212	0,325	0,052	0,031	0,248	1,7	17,7	18,4	5,3	1960
Micropholis guyanensis	1,4	0,039	0,005	0,122	0,372	0,033	0,032	0,227	0,6	17,0	37,5	0,8	634
Manilkara bidentata	1,3	0,060	0,003	0,085	0,198	0,044	0,048	0,048					829
Goupia glabra	0,4	0,016	0,003	0,063	0,082	0,043	0,008	0,010	0,9	15,8	11,2	6,8	
Symphonia globulifera	1,5	0,062	0,002	0,078	0,315	0,030	0,029	0,015	1,0	37,1	5,9	3,1	
Pouteria guianensis, P. sp.	0,3	0,030	0,005	0,034	0,027	0,019	0,023	0,167	0,6	30,2	25,0	10,7	492
Inga huberii ou I. sp.	0,8	0,033	0,005	0,201	0,133	0,013	0,046	0,023	2,8	19,5	4,0	3,2	156
Chrysophyllum sanguinolenta	0,8	0,050	0,005	0,124	0,130	0,035	0,054	0,150	0,6	11,7	6,5	3,2	796
Protium sp. ; P. moni	1,1	0,018	0,004	0,106	0,270	0,027	0,021	0,141	0,8	9,7	5,3	2,9	72
Pouteria melanopoda, P.sp.	1,0	0,026	0,005	0,061	0,242	0,025	0,012	0,289	1,1	28,9	18,0	5,0	117
Vouacapoua americana	0,3	0,015	0,003	0,055	0,086	0,044	0,006	0,017	1,0	25,3	18,8	3,9	646
Qualea rosea	1,4	0,042	0,003	0,080	0,309	0,030	0,032	0,016	0,8	23,6	186,7	5,2	1183
Sterculia pruriens	1,5	0,029	0,005	0,276	0,168	0,084	0,025	0,035	3,0	72,3	27,7	10,2	
Sextonia rubra	0,4	0,019	0,004	0,079	0,054	0,048	0,030	0,018	0,8	14,0	9,5	4,8	400
Couratari multiflora	1,2	0,069	0,009	0,185	0,257	0,026	0,058	0,090	0,8	20,4	5,0	3,3	1916
Sacoglottis guianensis	0,6	0,031	0,003	0,047	0,147	0,015	0,017	0,239	0,6	55,5	8,3	3,5	146
Iryanthera hostmanii, I sagotiana	1,3	0,028	0,007	0,127	0,128	0,054	0,030	0,020	0,9	13,2	32,4	5,8	
Swartzia polyphylla, S. sp	0,8	0,016	0,009	0,113	0,273	0,020	0,008	0,001					16
Bocoa prouacensis	0,3	0,007	0,003	0,054	0,043	0,046	0,008	0,007	1,3	7,5	4,6	1,6	107
Chrysophyllum lucentifolium	1,3	0,086	0,008	0,122	0,064	0,058	0,049	0,730	1,8	48,1	2,7	5,9	1409
Mouriri crassifolia	1,5	0,020	0,002	0,037	0,513	0,012	0,046	0,030	0,9	11,2	1,7	2,0	48
Virola michelii, V.sp	0,5	0,061	0,005	0,093	0,100	0,043	0,029	0,038	0,6	17,5	14,5	4,8	449
Abarema jupunda	1,1	0,032	< 0,001	0,187	0,173	0,011	0,096	0,039	0,7	15,8	3,0	< 2	1868
Ormosia coutinhoi	0,4	0,013	0,004	0,090	0,059	0,014	0,025	0,045	1,2	12,9	11,6	4,5	35
Parkia nitida	0,8	0,026	< 0,001	0,086	0,227	0,044	0,007	0,024	0,6	17,9	4,8	< 2	86
Carapa guianensis	0,4	0,007	0,001	0,008	0,142	0,051	0,006	0,008	0,5	15,6	0,4	2,1	25
Peltogyne venosa	1,1	0,014	< 0,001	0,008	0,377	0,090	0,002	0,021	0,8	14,2	0,8	3,9	32
Pterocarpus officinallis	0,4	0,039	0,010	0,106	0,062	0,040	0,030	0,004	0,7	13,1	18,8	5,2	91
Tachigalii melinonii	0,0	0,006	0,001	0,006	0,012	0,003	0,005	0,001	0,3	7,5	2,7	0,6	21
Tapura capitulifera	0,7	0,042	0,007	0,142	0,128	0,057	0,016	0,038	0,9	17,3	2,7	5,8	180
Terminalia dichotoma	0,9	0,012	0,001	0,128	0,199	0,035	0,059	0,001	0,8	15,5	0,6	0,8	1936
Drypetes variabilis	0,7	0,107	0,005	0,073	0,081	0,110	0,064	0,007	1,4	8,4	97,5	11,5	418
Micropholis cayennensis	0,7	0,031	0,001	0,003	0,056	0,112	0,052	0,301	1,2	10,0	4,6	0,4	696
Parinari campestris	0,3	0,024	0,003	0,076	0,052	0,031	0,012	0,070	1,1	30,0	2,8	2,5	174
Pseudopiptadenia suaveolens	0,6	0,174	0,010	0,172	0,075	0,035	0,004	0,009	3,4	20,6	14,5	4,6	30
Caryocar glabrum	1,0	0,052	0,005	0,094	0,331	0,036	0,040	0,031	0,7	39,0	11,2	3,2	643
Crudia bracteata	0,8	0,050	0,010	0,078	0,276	0,060	0,003	0,024	2,0	15,2	30,2	5,0	200
Hymenolobium flavum	0,3	0,015	0,000	0,007	0,087	0,044	0,014	0,008	0,9	11,0	5,9	0,5	258
Ruizterania albiflora	0,7	0,007	0,000	0,005	0,007	0,006	0,003	0,009	0,5	5,7	0,5	4,9	87
Virola surinamensis	1,0	0,021	0,008	0,191	0,143	0,141	0,012	0,035	0,5	23,8	20,8	5,3	66
Andira coriacea	0,3	0,011		0,009	0,065	0,047	0,031	0,036	1,0	18,4	1,4	2,0	36
Tovomita choisyana	0,9	0,010	0,002	0,062	0,053	0,019	0,005	0,561	0,9	9,7	28,4	5,4	45
Inga alba, I. sp.	1,3	0,026	0,004	0,105	0,083	0,003	0,012	<0,05	1,2	24,4	5,7	0,6	0
Swartzia polyphylla	1,3	0,021	0,009	0,125	0,415	0,040	0,020	0,010					41
Laeti procera	0,8	0,000	0,004	0,225	0,067	0,042	0,069	0,009	0,5	9,6	10,1	3,0	0

Tableau 2.3 : Taux de cendres (MM %) et compositions moyennes par essence de bois.

5. Température de fusibilité des cendres de bois

La température de fusion des cendres, c'est-à-dire la température à laquelle les cendres passent de l'état solide à l'état liquide, dépend de leur composition. Afin d'éviter la formation d'agglomérats dans le foyer, la température à laquelle s'opère la combustion - en tout point du foyer – doit rester inférieure à cette température. En effet, il faut éviter que celles-ci ne coulent et viennent se solidifier sur des équipements du foyer (phénomène de vitrification).

Bien que les foyers de combustion modernes soient conçus pour répondre à cette contrainte, il est important de caractériser cette température de fusion des cendres pour des échantillons de biomasse proche du combustible qui sera utilisé dans les futures centrales.

Méthodologie

Les déterminations des températures de fusibilité des cendres sous atmosphère oxydante ont été réalisées par la société SOCOR selon la norme en vigueur (cf. § 3.7) pour les 10 échantillons de mélanges de plaquettes de bois de Guyane prélevés par le Cirad.

Le tableau suivant présente les échantillons constitués de mélanges des principales espèces de bois rouge et de bois blancs à vocation bois énergie (cf. § 2) en Guyane qui ont servi pour la détermination de la température de fusibilité des cendres (cf. tableau 3).

N° Echantillon	Type échantillon pour mesures de la Température de fusibilité des cendres	Espèces présentes en mélange
1	Bois rouges	Eperua sp., Parinari sp., Monorobea coccinea, Lecythis sp., Eschweilera sp., Inga sp., Virola sp.
2	Bois rouges	Idem
3	Bois rouges	Idem
4	Mélange rouges et blancs	Mélange aléatoire des échantillons des espèces de bois rouges (lot 1 à 3) et de bois blancs (lot 8 à 10).
5	Mélange rouges et blancs	Idem
6	Mélange rouges et blancs	Idem
7	Mélange rouges et blancs	Idem
8	Bois blancs	Virola michelii, Antonia ovato, Couma sp., Sterculia sp., Tachigalii sp., Apieba sp., Simaba sp., Parkia sp., Couratari sp.
9	Bois blancs	Idem
10	Bois blancs	Idem

Tableau 3 : Principales espèces forestières constitutives des 10 échantillons de mélanges de bois ayant servis à la détermination de la température de fusibilité des cendres.

Résultats :

Les résultats obtenus sur les dix échantillons de mélanges de bois de Guyane sont présentés dans le tableau suivant :

Type échantillon plaquettes forestières	N° Ech.	T de contraction	T de déformation	T d'hémisphère	Température d'écoulement
Bois rouges	1	1234	1412	1490	1495
Bois rouges	2	1178	1280	1323	1393
Bois rouges	3	1184	1283	1296	1330
Mélange rouges et blancs	4	945	1037	1052	1141
Mélange rouges et blancs	5	1201	>1500	>1500	>1500
Mélange rouges et blancs	6	1227	1415	1482	>1482
Mélange rouges et blancs	7	1211	1326	1384	1446
Bois blancs	8	1070	1164	1178	1210
Bois blancs	9	1111	1446	>1482	>1482
Bois blancs	10	1302	>1500	>1500	>1500

Tableau 4 : Températures de fusibilité des cendres des 10 échantillons de bois-énergie de Guyane

Les résultats obtenus sur ces 10 échantillons montrent que la température d'écoulement des cendres est comprise entre 1140 et 1500°C.

Les deux échantillons dont la température d'écoulement est la plus basse (1141 et 1210°C) contiennent des bois blancs seuls ou mélangés avec des bois rouges.

La température d'écoulement des bois rouges est toujours supérieure à 1330°C.

6. Conclusion

Conformément aux termes de référence présentés en annexe 1, l'étude a permis de réaliser la caractérisation du bois biocombustible en Guyane sur 150 échantillons de bois d'espèces forestières représentatives de la ressource bois énergie de la forêt guyanaise. Les analyses ont été réalisées aux laboratoires à Kourou et à Montpellier.

Les résultats obtenus ont permis de préciser les valeurs moyennes des principales caractéristiques étudiées qui sont résumées au § 4.

Les principaux enseignements de ces résultats peuvent être résumés comme suit :

Le taux de cendres des bois de Guyane, mesuré en moyenne à 1.0% de la matière sèche, est élevé comparativement aux autres bois dans le monde, et on observe une forte variabilité avec des valeurs extrêmes mesurées de 0,1% et 4%.

Parmi les résultats de la détermination de la composition minérale des bois, on retiendra que la teneur moyenne en silice est de 0.30% avec des valeurs extrêmes allant de 0 à 3.2% selon les échantillons. Les bois de la famille des Licania (les gaulettes) ont le taux de silice le plus élevé, presque toujours compris entre 1 et 3% (cf. annexe 2).

Les autres composés les plus présents sont le calcium (Ca) avec un taux moyen de 0.15% et le potassium (K) dont la teneur moyenne est 0.09%.

La teneur moyenne en Chlore mesurée sur 85 échantillons des espèces forestières les plus abondantes est de 0.034% (cf. annexe 3), et la teneur moyenne en Soufre de ces échantillons est de 0.035% (cf. annexe 3). Ces informations pourront être utilisées pour évaluer les quantités de ces composés entrant dans la chaudière en fonction des débits d'alimentation en combustible.

Les autres macroéléments sont peu présents : Na et Mg sont peu présents avec un taux moyen de 0.030% et 0.032% de la matière sèche tandis que la teneur en phosphore est encore plus faible à 0.005%.

Le pouvoir calorifique moyen des échantillons de bois de Guyane est de 18,8 MJ/kg de bois anhydre (cf. annexe 4), légèrement plus élevée (d'environ 2%) que la valeur moyenne généralement admise pour le bois (18.4 MJ/kg).

La détermination de la température de fusibilité des cendres a été réalisée sur dix échantillons d'espèces forestières représentatives de volumes disponibles importants, en mélange afin de l'évaluer pour le combustible tel qu'il pourra être pour les chaudières. Les résultats montrent que la température d'écoulement des cendres est comprise entre 1140 et 1500°C.

Liste des annexes :

ANNEXE 1 : Termes de référence de l'étude.

(1 page)

ANNEXE 2 : Résultats des analyses minérales des 150 échantillons

(4 pages)

ANNEXE 3 : Teneurs en soufre et chlore des 85 échantillons d'espèces forestières analysées

(2 pages)

ANNEXE 4 : Résultats des analyses élémentaires et du pouvoir calorifique de chaque échantillon.

(3 pages)

ANNEXE 1 :

**Annexe n°1 Technique au marché ADEME-CIRAD 0945C011 5
Essais de combustion et physico-chimiques des essences forestières
guyanaises**

Présentation

Les échantillons de bois à caractériser seront fournis par l'UMR Ecofog afin de déterminer dans les laboratoires du Cirad à Montpellier des propriétés et des caractéristiques fondamentales pour un usage biocombustible. Les échantillons sélectionnés résulteront d'une analyse croisée entre la représentativité des essences en forêt (part représentée en terme de proportion du volume de bois mobilisable à l'hectare, et la disponibilité en échantillons identifiés pour la réalisation des analyses.

Seront mesurés, le taux de matières minérales, le taux de silice et la composition des cendres. Le rapport d'étude présentera les résultats obtenus sous forme de tableaux commentés selon une analyse des caractéristiques sous l'angle « biocombustibles ».

L'étude sera suivie par le comité de pilotage de l'étude de la qualification des essences forestières de Guyane, qui regroupera les parties prenantes de la filière bois énergie en Guyane et se réunira au lancement, et à la fin des travaux.

Choix des essais à réaliser

Les principales caractéristiques mesurées en vue d'une utilisation bois énergie sont :

- Le taux de matières minérales,
- Le taux de silice,
- La composition des cendres (principaux éléments)
- La température de fusibilité des cendres : une dizaine d'essais (certaines essences, et groupes d'essences représentatifs),
- La composition élémentaire, permettant de calculer le pouvoir énergétique.

Suivi et rendu de l'étude

La coordination générale sera assurée par l'expert Cirad de Montpellier qui organisera les différentes campagnes de caractérisation des bois. Les résultats de l'étude seront fournis à l'UMR Ecofog. Le contenu de l'étude sera présenté lors du premier comité de pilotage, tandis que les résultats seront présentés lors du comité de pilotage de fin d'étude.

Un rapport intermédiaire présentera les premières données et les observations

Un rapport final présentera les résultats obtenus des essais par essence et groupe d'essence

Planning prévisionnel

Phases	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	Trimestre 5
Attente fourniture plaquettes					
Lancement en coordination avec l'étude intitulée «qualification des essences forestières de Guyane pour une utilisation comme biocombustible»					
Réception des premiers lots d'échantillons à Montpellier et début de caractérisation des bois.					
Réalisation des essais de caractérisation sur les échantillons de bois (suite). Rédaction du rapport final					

ANNEXE 2 : Résultats des analyses minérales des 150 échantillons

(4 pages)

N°	Nom scientifique	SiO ₂ %	P %	K %	Ca %	Mg %	Na %	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	Cendres %
1	Eperua falcata	0,034	0,001	0,007	0,182	0,039	0,007	0,5	15,2	0,8	1,1	0,44
2	Eschweilera coriacea	0,144	0,001	0,251	0,016	0,004	0,003	0,6	5,9	1,5	0,9	0,46
3	Lecythis persistens	0,186	0,004	0,033	0,064	0,016	0,062	0,5	10,5	9,8	1,2	0,43
4	Eschweilera sagotiana	0,344	0,006	0,098	0,044	0,020	0,004	0,7	11,6	12,8	4,1	0,59
5	Dicorynia guianensis	0,129	0,000	0,003	0,014	0,002	0,003	0,7	11,2	2,7	2,5	0,10
6	Licania membranacea	0,506	0,002	0,051	0,095	0,012	0,022	0,6	14,3	26,1	1,6	0,84
7	Licania alba	0,391	0,001	0,088	0,070	0,024	0,033	0,7	8,3	18,1	1,7	0,78
8	Licania heteromorpha	0,020	0,001	0,012	0,050	0,012	0,005	0,5	8,6	2,9	1,8	0,07
9	Micropholis guyanensis	0,292	0,003	0,135	0,058	0,016	0,010	0,6	17,0	37,5	0,8	0,60
10	Manilkara bidentata	0,021	0,000	0,037	0,158	0,050	0,034	0,2	24,3	0,9	0,9	0,56
11	Goupia glabra	0,015	0,001	0,033	0,065	0,032	0,006	0,8	17,0	7,0	9,4	0,27
12	Symphonia globulifera	0,034	0,002	0,032	0,115	0,031	0,009	1,2	22,5	4,4	4,9	0,44
13	Pouteria guianensis	0,281	0,008	0,045	0,042	0,020	0,041	0,6	30,2	25,0	10,7	0,57
14	Inga alba	0,023	0,007	0,189	0,022	0,008	0,016	1,3	15,5	3,5	4,1	0,37
15	Chrysophyllum sanguinolenta	0,084	0,004	0,135	0,054	0,034	0,047	0,6	11,7	6,5	3,2	0,59
16	Protium opacum	0,017	0,002	0,070	0,197	0,021	0,023	0,4	14,1	6,0	4,2	0,64
17	Pouteria melanopoda	0,324	0,003	0,033	0,052	0,014	0,006	1,1	28,9	18,0	5,0	0,49
18	Vouacapoua americana	0,031	0,002	0,060	0,070	0,045	0,005	1,0	25,3	18,8	3,9	0,28
19	Qualea rosea	0,033	0,002	0,078	0,336	0,037	0,028	0,8	23,6	186,7	5,2	1,41
20	Sterculia pruriens	0,035	0,002	0,093	0,104	0,090	0,006	6,0	12,5	16,1	6,6	0,62
21	Sextonia rubra	0,024	0,001	0,022	0,031	0,049	0,015	0,7	20,7	4,9	4,7	0,26
22	Couratari multiflora	0,144	0,007	0,228	0,165	0,032	0,050	0,8	20,4	5,0	3,3	1,17
23	Sacoglottis guianensis	0,467	0,003	0,033	0,037	0,015	0,013	0,6	55,5	8,3	3,5	0,68
24	Eperua grandiflora	0,011	0,001	0,033	0,046	0,029	0,015	0,5	6,9	0,9	2,1	0,25
25	Iryanthera hostmanii	0,035	0,006	0,054	0,093	0,040	0,009	0,7	14,6	27,1	8,8	0,47
26	Bocoa prouacensis	0,007	0,003	0,054	0,043	0,046	0,008	1,3	7,5	4,6	1,6	0,27
27	Chrysophyllum lucentifolium	0,730	0,008	0,122	0,064	0,058	0,049	1,8	48,1	2,7	5,9	1,28
28	Mouriri crassifolia	0,030	0,002	0,037	0,513	0,012	0,046	0,9	11,2	1,7	< 2	1,53
29	Virola michelii	0,038	0,005	0,093	0,100	0,043	0,029	0,6	17,5	14,5	4,8	0,54
30	Abarema jupunda	0,039	0,001	0,187	0,173	0,011	0,096	0,7	15,8	3,0	< 2	1,09
31	Ormosia coutinhoi	0,045	0,004	0,090	0,059	0,014	0,025	1,2	12,9	11,6	4,5	0,35
32	Parkia nitida	0,024	0,001	0,086	0,227	0,044	0,007	0,6	17,9	4,8	< 2	0,78
33	Peltogyne venosa	0,021	0,001	0,008	0,377	0,090	0,002	0,8	14,2	0,8	3,9	1,09
34	Tapura capitulifera	0,038	0,007	0,142	0,128	0,057	0,016	0,9	17,3	2,7	5,8	0,68
35	Carapa guianensis	0,008	0,001	0,008	0,142	0,051	0,006	0,5	15,6	0,4	2,1	0,40
36	Pterocarpus officinalis	0,004	0,010	0,106	0,062	0,040	0,030	0,7	13,1	18,8	5,2	0,42
37	Tachigalii melinonii	0,001	0,001	0,006	0,012	0,003	0,005	0,3	7,5	2,7	0,6	0,01
38	Terminalia dichotoma	0,001	0,001	0,128	0,199	0,035	0,059	0,8	15,5	0,6	0,8	0,85
39	Drypetes variabilis	0,007	0,005	0,073	0,081	0,110	0,064	1,4	8,4	97,5	11,5	0,65
40	Micropholis cayennensis	0,301	0,001	0,003	0,056	0,112	0,052	1,2	10,0	4,6	0,4	0,74
41	Parinari campestris	0,070	0,003	0,076	0,052	0,031	0,012	1,1	30,0	2,8	2,5	0,32
42	Pseudopiptadenia suaveolens	0,009	0,010	0,172	0,075	0,035	0,004	3,4	20,6	14,5	4,6	0,58
43	Caryocar glabrum	0,031	0,005	0,094	0,331	0,036	0,040	0,7	39,0	11,2	3,2	1,02
44	Crudia bracteata	0,024	0,010	0,078	0,276	0,060	0,003	2,0	15,2	30,2	5,0	0,81
45	Hymenobium flavum	0,008	0,000	0,007	0,087	0,044	0,014	0,9	11,0	5,9	0,5	0,29
46	Ruizterania albiflora	0,009	0,000	0,005	0,007	0,006	0,003	0,5	5,7	0,5	4,9	0,70
47	Virola surinamensis	0,035	0,008	0,191	0,143	0,141	0,012	< 0,5	23,8	20,8	5,3	0,98

Tableau 5 : (1^{er} lot échantillons) : résultats d'analyses minérales des bois de Guyane.

Nota : les résultats sont tous exprimés sur masse sèche.

N°	Nom Scientifique	SiO2 %	P %	K %	Ca %	Mg %	Na %	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	Cendres %
48	Tovomita choisyana	0,561	0,002	0,062	0,053	0,019	0,005	0,9	9,7	28,4	5,4	0,85
49	Andira coriacea	0,036	0,001	0,009	0,065	0,047	0,031	1,0	18,4	1,4	< 2	0,31
50	Inga alba	0,038	0,004	0,341	0,106	0,019	0,075	4,2	23,5	4,4	2,2	1,33
51	Laeti procera	0,009	0,004	0,225	0,067	0,042	0,069	0,5	9,6	10,1	3,0	0,80
52	Eperua falcata	0,027	0,008	0,111	0,090	0,033	0,009	1,4	7,7	43,5	1,7	1,0
53	Eperua falcata	0,048	0,005	0,067	0,093	0,038	0,013	1,4	27,5	18,3	2,3	0,5
54	Dicorynia guianensis	0,477	0,005	0,048	0,046	0,009	0,012	1,3	37,6	12,0	2,3	0,8
55	Dicorynia guianensis	1,034	0,004	0,075	0,058	0,016	0,009	1,7	13,7	16,9	4,2	1,3
56	Dicorynia guianensis	0,570	0,006	0,064	0,047	0,018	0,019	1,4	9,7	10,4	1,0	1,3
57	Lecythis persistens	0,367	0,008	0,076	0,252	0,037	0,067	1,1	14,2	14,9	1,4	1,5
58	Goupia glabra	0,005	0,005	0,093	0,100	0,053	0,009	1,0	14,6	15,4	4,3	0,6
59	Symphonia globulifera	0,005	0,002	0,124	0,536	0,018	0,027	0,9	77,4	6,6	1,9	2,6
60	Symphonia globulifera	0,005	0,003	0,078	0,296	0,043	0,053	0,9	11,3	6,6	2,5	1,6
61	Iryanthera sagotiana	0,005	0,005	0,120	0,143	0,064	0,054	1,0	18,3	37,3	5,1	1,6
62	Eperua grandiflora	0,005	0,004	0,105	0,069	0,025	0,024	1,3	7,7	5,8	1,6	0,5
63	Moni	0,098	0,007	0,166	0,237	0,030	0,030	1,1	5,3	4,5	1,6	1,4
64	Lecythis persistens	0,177	0,009	0,090	0,201	0,033	0,068	0,9	7,9	29,6	1,1	1,1
65	Lecythis persistens	0,215	0,007	0,062	0,182	0,039	0,055	1,3	12,7	14,8	1,9	1,2
66	Sterculia pruriens	<0,05	0,005	0,372	0,238	0,096	0,035	1,6	197,9	35,6	17,1	2,0
67	Lecythis persistens	0,286	0,005	0,059	0,136	0,033	0,090	1,1	13,0	16,4	1,1	1,0
68	Lecythis persistens	0,261	0,004	0,051	0,195	0,040	0,076	1,2	13,1	12,4	1,2	1,0
69	Lecythis persistens	0,221	0,006	0,074	0,172	0,036	0,072	1,1	11,5	19,8	0,8	0,9
70	Sterculia pruriens	<0,05	0,009	0,363	0,162	0,068	0,035	1,5	6,4	31,4	6,9	1,8
71	Eschweilera sagotiana	0,453	0,008	0,053	0,060	0,018	0,131	1,2	10,6	9,3	1,7	1,6
72	Lecythis persistens	0,144	0,006	0,059	0,110	0,047	0,053	2,3	9,0	16,9	1,1	0,5
73	Sextonia rubra	<0,05	0,004	0,098	0,047	0,048	0,016	0,9	7,3	14,1	4,8	0,4
74	Manilkara bidentata	<0,05	0,002	0,088	0,173	0,046	0,029	0,6	6,3	2,6	0,8	0,7
75	Inga	<0,05	0,004	0,105	0,083	0,003	0,012	1,2	24,4	5,7	0,6	1,3
76	Sapotacée	0,768	0,005	0,218	0,120	0,058	0,067	0,6	16,6	90,3	3,2	1,9
77	Dicorynia guianensis	0,376	0,005	0,055	0,051	0,009	0,015	0,7	10,2	13,4	1,0	0,8
78	Lecythidacée	0,290	0,007	0,189	0,058	0,022	0,030	1,0	14,6	9,1	3,2	0,7
79	Lecythis ou Eschweilera	0,248	0,025	0,427	0,285	0,048	0,017	2,3	20,7	27,6	7,4	2,1
80	Lecythis persistens	0,239	0,005	0,065	0,146	0,033	0,079	0,8	13,8	19,9	31,6	1,5
81	Lecythis persistens	0,138	0,004	0,048	0,111	0,034	0,048	1,1	8,1	13,1	1,0	0,6
82	Lecythis persistens	0,113	0,008	0,145	0,101	0,042	0,068	1,1	12,9	17,6	0,6	0,9
83	Iryanthera sagotiana	<0,05	0,010	0,206	0,148	0,060	0,026	0,9	6,8	32,7	3,5	1,9
84	Eperua falcata	<0,05	0,004	0,073	0,068	0,034	0,010	0,7	20,2	24,8	0,7	0,3
85	Eperua falcata	<0,05	0,004	0,065	0,080	0,029	0,009	0,8	12,3	12,1	0,9	0,5
86	Eperua falcata	<0,05	0,007	0,094	0,107	0,032	0,006	1,1	16,5	17,3	2,5	0,6
87	Eperua falcata	<0,05	0,006	0,113	0,064	0,030	0,018	1,0	17,1	12,7	2,5	0,8

Tableau 5 (2^{ème} lot) : résultats des analyses minérales 2^e lot d'échantillons des bois de Guyane.

N°	Nom Scientifique	SiO ₂ %	P %	K %	Ca %	Mg %	Na %	Cendres %
88	Eperua sp.	0,021	0,006	0,059	0,249	0,041	0,009	0,8
89	Eperua sp.	0,002	0,005	0,069	0,122	0,021	0,016	0,4
90	Eperua sp.	0,029	0,008	0,065	0,209	0,033	0,014	0,7
91	Eperua sp.	0,009	0,022	0,160	0,233	0,018	0,015	0,8
92	Eschweilera sp.	0,334	0,009	0,174	0,282	0,021	0,005	1,3
93	Eschweilera sp.	0,233	0,005	0,044	0,071	0,014	0,125	0,7
94	Eschweilera sp.	0,528	0,006	0,209	0,111	0,016	0,006	1,0
95	Eschweilera sp.	0,732	0,004	0,108	0,115	0,013	0,005	1,0
96	Eschweilera sp.	0,308	0,004	0,031	0,055	0,010	0,137	0,7
97	Eschweilera sp.	0,336	0,006	0,182	0,211	0,014	0,008	1,2
98	Eschweilera sp.	0,640	0,009	0,260	0,262	0,012	0,007	1,8
99	Eschweilera sp.	0,376	0,006	0,109	0,086	0,015	0,043	1,0
100	Eschweilera sp.	0,832	0,009	0,127	0,234	0,015	0,113	2,0
101	Eschweilera sp.	0,482	0,009	0,176	0,234	0,019	0,006	1,3
102	Eschweilera sp.	0,230	0,005	0,062	0,096	0,015	0,094	0,8
103	Eschweilera sp.	0,396	0,006	0,061	0,101	0,025	0,086	1,1
104	Eschweilera sp.	0,209	0,007	0,157	0,125	0,011	0,006	0,8
105	Eschweilera sp.	0,454	0,006	0,273	0,191	0,020	0,007	1,4
106	Licania sp.	2,842	0,004	0,039	0,112	0,018	0,058	3,3
107	Licania sp.	1,780	0,004	0,056	0,084	0,032	0,052	2,3
108	Licania sp.	0,414	0,003	0,066	0,381	0,014	0,035	1,5
109	Licania sp.	0,662	0,003	0,075	0,294	0,015	0,032	1,6
110	Licania sp.	2,082	0,004	0,068	0,137	0,038	0,043	2,9
111	Licania sp.	0,994	0,003	0,081	0,372	0,014	0,036	2,2
112	Licania sp.	2,021	0,003	0,071	0,048	0,031	0,079	2,7
113	Licania sp.	3,202	0,005	0,110	0,128	0,064	0,024	4,1
114	Licania sp.	1,760	0,003	0,054	0,063	0,044	0,051	2,3
115	Licania sp.	2,011	0,004	0,102	0,247	0,033	0,010	3,0
116	Licania sp.	0,949	0,004	0,074	0,396	0,024	0,056	2,3
117	Licania sp.	1,379	0,004	0,062	0,043	0,029	0,031	1,8
118	Licania sp.	2,826	0,005	0,038	0,302	0,022	0,049	4,0
119	Licania sp.	1,312	0,004	0,059	0,098	0,046	0,066	1,9
120	Licania sp.	2,046	0,003	0,025	0,112	0,028	0,060	2,7
121	Dicorynia guianensis	0,817	0,008	0,079	0,078	0,008	0,010	1,1
122	Dicorynia guianensis	0,896	0,007	0,085	0,110	0,016	0,008	1,4
123	Lecythis corrugata 1	0,010	0,007	0,275	0,321	0,016	0,043	1,3
124	Lecythis corrugat	0,166	0,006	0,139	0,170	0,095	0,036	1,0
125	Lecythis corrugata	0,597	0,012	0,136	0,480	0,055	0,024	2,1
126	Lecythis corrugata	0,268	0,007	0,172	0,440	0,055	0,017	1,6
127	Lecythis corrugata	0,157	0,008	0,147	0,523	0,074	0,049	1,8
128	Micropholis guyanensis	0,216	0,006	0,096	0,673	0,051	0,045	2,1
129	Micropholis guyanensis	0,156	0,005	0,100	0,455	0,035	0,038	1,4
130	Micropholis guyanensis	0,243	0,005	0,158	0,300	0,032	0,034	1,3

Tableau 5 (3^e lot) : résultats des analyses minérales 3^e lot d'échantillons des bois de Guyane.

N°	Nom Scientifique	SiO ₂ %	P %	K %	Ca %	Mg %	Na %	Cendres %
131	Manilkara bidentata	0,001	0,002	0,053	0,153	0,049	0,045	0,5
132	Manilkara bidentata	0,095	0,003	0,117	0,243	0,039	0,050	2,1
133	Pouteria guianensis	0,127	0,003	0,025	0,023	0,024	0,015	0,2
134	Pouteria guianensis	0,092	0,004	0,031	0,017	0,013	0,012	0,1
135	Inga huberii ou I, alba 1	0,007	0,005	0,072	0,270	0,012	0,046	0,7
136	Chrysophyllum sanguinolenta	0,262	0,005	0,122	0,160	0,045	0,057	0,9
137	Chrysophyllum sanguinolenta	0,104	0,005	0,114	0,175	0,027	0,057	0,8
138	Protium decandrum ou P. opacum	0,307	0,003	0,083	0,377	0,030	0,010	1,3
139	Pouteria melanopoda	0,253	0,006	0,090	0,432	0,036	0,018	1,5
140	Vouacapoua americana	0,011	0,004	0,048	0,097	0,044	0,009	0,2
141	Vouacapoua americana	0,010	0,003	0,056	0,092	0,043	0,005	0,2
142	Qualea rosea	0,006	0,003	0,085	0,293	0,027	0,040	1,2
143	Qualea rosea	0,008	0,004	0,078	0,297	0,027	0,029	1,7
144	Sextonia rubra	0,011	0,007	0,116	0,083	0,049	0,058	0,6
145	Couratari multiflora	0,078	0,012	0,207	0,349	0,018	0,028	1,3
146	Couratari multiflora	0,048	0,007	0,119	0,256	0,029	0,096	1,1
147	Sacoglottis guianensis	0,008	0,003	0,037	0,265	0,013	0,005	0,5
148	Sacoglottis guianensis	0,243	0,004	0,071	0,139	0,016	0,032	0,7
149	Swartzia polyphylla	0,010	0,009	0,125	0,415	0,040	0,020	1,3
150	Swartzia polyphylla	0,001	0,009	0,113	0,273	0,020	0,008	0,8

Tableau 5 (3^{ème} lot -fin) : résultats des analyses minérales d'échantillons des bois de Guyane.

ANNEXE 3 : Teneurs en soufre et chlore des 85 échantillons d'espèces forestières analysées

(2 pages)

N° éch.	Nom scientifique	Cendres %	Soufre %	Chlore ppm
30	Abarema jupunda	1,09	0,032	1868
49	Andira coriacea	0,31	0,011	36
26	Bocoa prouacensis	0,27	0,007	107
35	Carapa guianensis	0,40	0,007	25
43	Caryocar glabrum	1,02	0,052	643
27	Chrysophyllum lucentifolium	1,28	0,086	1409
136	Chrysophyllum sanguinolenta	0,9	0,045	898
137	Chrysophyllum sanguinolenta	0,8	0,054	693
145	Couratari multiflora	1,3	0,064	1758
146	Couratari multiflora	1,1	0,073	2075
44	Crudia bracteata	0,81	0,050	200
121	Dicorynia guianensis	1,1	0,009	22
122	Dicorynia guianensis	1,4	0,011	42
39	Drypetes variabilis	0,65	0,107	418
88	Eperua sp	0,8	0,013	55
89	Eperua sp	0,4	0,011	124
90	Eperua sp	0,7	0,015	124
91	Eperua sp	0,8	0,023	165
92	Eschweilera sp.	1,3	0,064	126
101	Eschweilera sp.	1,3	0,058	31
102	Eschweilera sp.	0,8	0,055	141
103	Eschweilera sp.	1,1	0,081	96
104	Eschweilera sp.	0,8	0,034	69
105	Eschweilera sp.	1,4	0,041	37
97	Eschweilera sp.	1,2	0,048	69
98	Eschweilera sp.	1,8	0,060	50
99	Eschweilera sp.	1,0	0,035	47
100	Eschweilera sp.	2,0	0,084	384
45	Hymenolobium flavum	0,29	0,015	258
50	Inga alba	1,33	0,028	132
135	Inga sp	0,7	0,037	179
123	Lecythis corrugata	1,3	0,047	1580
124	Lecythis corrugata	1,0	0,034	1959
125	Lecythis corrugata	2,1	0,031	2206
126	Lecythis corrugata	1,6	0,027	1533
127	Lecythis corrugata	1,8	0,035	2522
80	Lecythis persistens	1,5	0,058	905
67	Lecythis persistens	1,0	0,052	1000
64	Lecythis persistens	1,1	0,046	1215
106	Licania sp	3,3	0,053	244
115	Licania sp	3,0	0,034	123
107	Licania sp	2,3	0,048	295
108	Licania sp	1,5	0,039	299
109	Licania sp	1,6	0,035	220
110	Licania sp	2,9	0,058	144
111	Licania sp	2,2	0,043	88
112	Licania sp	2,7	0,142	26
113	Licania sp	4,1	0,025	153
114	Licania sp	2,3	0,047	145
131	Manilkara bidentata	0,5	0,041	661
132	Manilkara bidentata	2,1	0,078	998

Tableau 6 (partie 1/2): résultats d'analyses du soufre et chlore dans les bois de Guyane.

N° éch.	Nom scientifique	Cendres %	Soufre %	Chlore ppm
40	<i>Micropholis cayennensis</i>	0,74	0,031	696
128	<i>Micropholis guyanensis</i>	2,1	0,047	408
129	<i>Micropholis guyanensis</i>	1,4	0,030	980
130	<i>Micropholis guyanensis</i>	1,3	0,041	514
28	<i>Mouriri crassifolia</i>	1,53	0,020	48
31	<i>Ormosia coutinhoi</i>	0,35	0,013	35
41	<i>Parinari campestris</i>	0,32	0,024	174
32	<i>Parkia nitida</i>	0,78	0,026	86
33	<i>Peltogyne venosa</i>	1,09	0,014	32
133	<i>Pouteria guianensis</i>	0,2	0,030	603
134	<i>Pouteria guianensis</i>	0,1	0,030	380
139	<i>Pouteria melanopoda</i>	1,5	0,026	117
138	<i>Protium decandrum ;P. opacum</i>	1,3	0,014	72
42	<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i>	0,58	0,174	30
36	<i>Pterocarpus officinallis</i>	0,42	0,039	91
142	<i>Qualea rosea</i>	1,2	0,039	1563
143	<i>Qualea rosea</i>	1,7	0,044	804
46	<i>Ruizterania albiflora</i>	0,70	0,007	87
147	<i>Sacoglottis guianensis</i>	0,5	0,013	83
148	<i>Sacoglottis guianensis</i>	0,7	0,049	209
144	<i>Sextonia rubra 1</i>	0,6	0,024	400
149	<i>Swartzia polyphylla</i>	1,3	0,021	41
150	<i>Swartzia polyphylla</i>	0,8	0,016	16
37	<i>Tachigalii melinonii</i>	0,01	0,006	21
34	<i>Tapura capitulifera</i>	0,68	0,042	180
38	<i>Terminalia dichotoma</i>	0,85	0,012	1936
48	<i>Tovomita choisiana</i>	0,85	0,010	45
29	<i>Virola michelii</i>	0,54	0,061	449
47	<i>Virola surinamensis</i>	0,98	0,021	66
140	<i>Vouacapoua americana</i>	0,2	0,016	555
141	<i>Vouacapoua americana</i>	0,2	0,013	737

Tableau 6 (partie 2/2): résultats d'analyses du soufre et chlore dans les bois de Guyane.

ANNEXE 4 : Résultats des analyses élémentaires et du pouvoir calorifique de chaque échantillon.

(3 pages)

N°	Nom scientifique	N %	C %	H %	O %	S %	Cendres %	PCI (MJ/Kg)
1	<i>Eperua falcata</i>	0,16	54,2	5,8	39,4	nd	0,44	20,4
2	<i>Eschweilera coriacea</i>	0,17	50,6	5,8	42,9	nd	0,46	18,8
3	<i>Lecythis persistens</i>	0,27	50,1	6,1	43,1	nd	0,43	18,8
4	<i>Eschweilera sagotiana</i>	0,19	49,9	6,0	43,4	nd	0,59	18,7
5	<i>Dicorynia guianensis</i>	0,33	51,1	5,9	42,5	nd	0,10	19,1
6	<i>Licania membranacea</i>	0,16	49,4	6,0	43,7	nd	0,84	18,4
7	<i>Licania alba</i>	0,19	49,3	6,0	43,7	nd	0,78	18,5
8	<i>Licania heteromorpha</i>	0,16	50,5	6,1	43,2	nd	0,07	19,0
9	<i>Micropholis guyanensis</i>	0,27	50,2	6,0	42,9	nd	0,60	18,9
10	<i>Manilkara bidentata</i>	0,16	50,5	6,0	42,8	nd	0,56	19,0
11	<i>Goupia glabra</i>	0,08	51,7	5,9	42,0	nd	0,27	19,4
12	<i>Symphonia globulifera</i>	0,15	48,9	6,0	44,5	nd	0,44	18,2
13	<i>Pouteria guianensis</i>	0,32	50,9	6,0	42,2	nd	0,57	19,2
14	<i>Inga alba</i>	0,24	50,6	6,0	42,8	nd	0,37	19,0
15	<i>Chrysophyllum sanguinolenta</i>	0,18	50,7	6,0	42,5	nd	0,59	19,1
16	<i>Protium opacum</i>	0,19	48,6	6,1	44,5	nd	0,64	18,2
17	<i>Pouteria melanopoda</i>	0,30	49,8	6,0	43,4	nd	0,49	18,7
18	<i>Vouacapoua americana</i>	0,20	52,3	5,9	41,3	nd	0,28	19,7
19	<i>Qualea rosea</i>	0,19	50,1	5,8	42,5	nd	1,41	18,6
20	<i>Sterculia pruriens</i>	0,18	49,3	6,0	43,9	nd	0,62	18,4
21	<i>Sextonia rubra</i>	0,18	52,2	6,2	41,2	nd	0,26	19,9
22	<i>Couratari multiflora</i>	0,35	51,3	5,9	41,3	nd	1,17	19,3
23	<i>Sacoglottis guianensis</i>	0,19	50,6	5,9	42,7	nd	0,68	18,9
24	<i>Eperua grandiflora</i>	0,10	51,8	5,9	41,9	nd	0,25	19,5
25	<i>Iryanthera hostmanii</i>	0,22	50,0	6,0	43,4	nd	0,47	18,7
26	<i>Bocoa prouacensis</i>	0,48	51,9	6,0	41,3	0,007	0,27	19,6
27	<i>Chrysophyllum lucentifolium</i>	0,51	48,9	6,1	43,3	0,086	1,28	18,4
28	<i>Mouriri crassifolia</i>	0,21	50,1	5,8	42,3	0,020	1,53	18,7
29	<i>Virola michelii</i>	0,33	48,6	6,0	44,5	0,061	0,54	18,1
30	<i>Abarema jupunda</i>	0,22	48,7	6,0	44,0	0,032	1,09	18,2
31	<i>Ormosia coutinhoi</i>	0,24	48,9	6,0	44,5	0,013	0,35	18,3
32	<i>Parkia nitida</i>	0,33	49,8	6,0	43,1	0,026	0,78	18,7
33	<i>Peltogyne venosa</i>	0,21	50,6	5,8	42,3	0,014	1,09	18,9
34	<i>Tapura capitulifera</i>	0,36	52,1	6,0	40,9	0,042	0,68	19,7
35	<i>Carapa guianensis</i>	0,13	50,5	5,9	43,1	0,007	0,40	18,8
36	<i>Pterocarpus officinalis</i>	0,42	49,8	6,1	43,3	0,039	0,42	18,8
37	<i>Tachigalii melinonii</i>	0,32	49,8	6,1	43,8	0,006	0,01	18,7
38	<i>Terminalia dichotoma</i>	0,13	51,7	5,8	41,6	0,012	0,85	19,3
39	<i>Drypetes variabilis</i>	0,32	49,6	6,1	43,3	0,107	0,65	18,7
40	<i>Micropholis cayennensis</i>	0,24	54,0	6,4	38,6	0,031	0,74	21,0
41	<i>Parinari campestris</i>	0,18	51,0	6,0	42,5	0,024	0,32	19,1
42	<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i>	0,39	50,1	6,0	42,9	0,174	0,58	18,9
43	<i>Caryocar glabrum</i>	0,29	49,5	6,0	43,2	0,052	1,02	18,5
44	<i>Crudia bracteata</i>	0,45	50,6	5,9	42,2	0,050	0,81	19,0
45	<i>Hymenolobium flavum</i>	0,30	51,8	5,9	41,7	0,015	0,29	19,5
46	<i>Ruizterania albiflora</i>	0,18	50,2	6,0	42,9	0,007	0,70	18,8
47	<i>Virola surinamensis</i>	0,28	49,4	5,9	43,4	0,021	0,98	18,4
48	<i>Tovomita choisyana</i>	0,19	50,7	5,8	42,5	0,010	0,85	18,9
49	<i>Andira coriacea</i>	0,19	51,6	5,9	42,0	0,011	0,31	19,4
50	<i>Inga alba</i>	0,33	50,4	5,8	42,1	0,028	1,33	18,8
51	<i>Laeti procera</i>	0,19	49,0	6,0	44,0	nd	0,80	18,3

Tableau 7 (partie 1/3): résultats des analyses élémentaires et PCI des bois de Guyane.

N°	Nom Scientifique	N %	C %	H %	O %	S %	Cendres %	PCI en MJ/Kg
52	Eperua falcata	0,12	52,3	5,9	40,6	0,015	1,0	19,8
53	Eperua falcata	0,10	52,1	5,8	41,5	0,011	0,5	19,5
54	Dicorynia guianensis	0,30	50,8	5,9	42,1	0,011	0,8	19,1
55	Dicorynia guianensis	0,30	49,8	5,7	42,9	0,010	1,3	18,4
56	Dicorynia guianensis	0,24	49,6	5,8	43,0	0,011	1,3	18,5
57	Lecythis persistens	0,23	49,9	5,8	42,6	0,033	1,5	18,5
58	Goupia glabra	0,07	50,5	5,8	43,0	0,016	0,6	18,8
59	Symphonia globulifera	0,09	49,7	5,7	41,9	0,074	2,6	18,5
60	Symphonia globulifera	0,08	50,4	5,7	42,2	0,049	1,6	18,7
61	Iryanthera sagotiana	0,14	50,1	5,9	42,3	0,027	1,6	18,8
62	Eperua grandiflora	0,14	50,4	5,8	43,1	0,011	0,5	18,7
63	Moni	0,12	50,2	5,7	42,6	0,021	1,4	18,6
64	Lecythis persistens	0,18	50,3	5,7	42,8	0,046	1,1	18,5
65	Lecythis persistens	0,22	49,8	5,7	43,1	0,054	1,2	18,4
66	Sterculia pruriens	0,10	48,9	5,7	43,3	0,032	2,0	18,0
67	Lecythis persistens	0,24	50,3	5,8	42,7	0,052	1,0	18,7
68	Lecythis persistens	0,17	47,4	6,5	45,0	0,037	1,0	18,1
69	Lecythis persistens	0,19	50,4	5,6	42,9	0,046	0,9	18,5
70	Sterculia pruriens	0,13	49,6	5,8	42,7	0,025	1,8	18,5
71	Eschweilera sagotiana	0,15	48,9	6,2	43,2	0,061	1,6	18,5
72	Lecythis persistens	0,19	47,7	6,5	45,0	0,045	0,5	18,3
73	Sextonia rubra	0,11	51,5	6,1	41,9	0,013	0,4	19,5
74	Manilkara bidentata	0,08	51,0	5,9	42,4	0,033	0,7	19,1
75	Inga	0,20	50,9	5,7	41,9	0,026	1,3	18,9
76	Sapotacée	0,21	49,2	5,8	42,9	0,109	1,9	18,3
77	Dicorynia guianensis	0,21	50,4	5,9	42,7	0,012	0,8	18,8
78	Lecythidacée	0,25	50,2	5,7	43,2	0,051	0,7	18,5
79	Lecythis ou Eschweilera	0,55	49,1	5,7	42,5	0,119	2,1	18,2
80	Lecythis persistens	0,21	50,1	5,7	42,5	0,058	1,5	18,5
81	Lecythis persistens	0,21	47,5	6,5	45,2	0,041	0,6	18,2
82	Lecythis persistens	0,18	49,9	5,6	43,4	0,051	0,9	18,3
83	Iryanthera sagotiana	0,16	50,2	5,8	41,9	0,028	1,9	18,7
84	Eperua falcata	0,08	51,0	5,9	42,8	0,011	0,3	19,0
85	Eperua falcata	0,07	51,8	5,7	42,0	0,011	0,5	19,2
86	Eperua falcata	0,15	51,3	5,8	42,2	0,012	0,6	19,1
87	Eperua falcata	0,16	49,8	6,2	43,1	0,010	0,8	18,8
88	Eperua sp.	0,26	52,8	6,1	39,9	0,013	0,8	20,2
89	Eperua sp.	0,17	48,9	6,3	44,3	0,011	0,4	18,6
90	Eperua sp.	0,23	49,0	6,7	43,4	0,015	0,7	19,0
91	Eperua sp.	0,24	50,7	6,4	41,8	0,023	0,8	19,5
92	Eschweilera sp.	0,20	48,7	6,3	43,5	0,064	1,3	18,5
93	Eschweilera sp.	0,22	47,1	6,8	45,2		0,7	18,3
94	Eschweilera sp.	0,21	47,2	6,6	44,9		1,0	18,2
95	Eschweilera sp.	0,27	49,9	6,1	42,7		1,0	18,9
96	Eschweilera sp.	0,18	45,2	7,2	46,7		0,7	17,9
97	Eschweilera sp.	0,19	48,8	6,3	43,5	0,048	1,2	18,6
98	Eschweilera sp.	0,20	48,1	6,4	43,6	0,060	1,8	18,4
99	Eschweilera sp.	0,25	50,0	6,1	42,7	0,035	1,0	18,9
100	Eschweilera sp.	0,24	47,7	6,5	43,7	0,084	2,0	18,3
101	Eschweilera sp.	0,20	48,4	6,3	43,7	0,058	1,3	18,4
102	Eschweilera sp.	0,19	49,8	6,4	42,8	0,055	0,8	19,1
103	Eschweilera sp.	0,25	47,3	6,7	44,6	0,081	1,1	18,3
104	Eschweilera sp.	0,18	49,3	6,4	43,4	0,034	0,8	18,8
105	Eschweilera sp.	0,27	49,0	6,3	43,0	0,041	1,4	18,7
106	Licania sp.	0,27	48,9	6,1	41,4	0,053	3,3	18,6
107	Licania sp.	0,29	45,6	6,9	44,9	0,048	2,3	17,9

Tableau 7 (partie 2/3) : résultats des analyses élémentaires et PCI des bois de Guyane.

N°	Nom Scientifique	N %	C %	H %	O %	S %	Cendres %	PCI en MJ/Kg
108	Licania sp.	0,20	48,1	6,6	43,6	0,039	1,5	18,6
109	Licania sp.	0,20	47,2	6,6	44,4	0,035	1,6	18,2
110	Licania sp.	0,29	49,0	6,1	41,7	0,058	2,9	18,6
111	Licania sp.	0,17	48,7	6,3	42,7	0,043	2,2	18,6
112	Licania sp.	0,28	49,7	6,1	41,2	0,142	2,7	18,9
113	Licania sp.	0,20	48,5	6,2	41,0	0,025	4,1	18,6
114	Licania sp.	0,23	44,7	7,1	45,8	0,047	2,3	17,6
115	Licania sp.	0,28	49,1	6,2	41,4	0,034	3,0	18,8
116	Licania sp.	0,23	46,4	6,6	44,4		2,3	17,9
117	Licania sp.	0,26	45,6	7,1	45,3		1,8	18,0
118	Licania sp.	0,34	45,7	6,8	43,2		4,0	18,0
119	Licania sp.	0,31	49,4	6,2	42,2		1,9	18,8
120	Licania sp.	0,28	49,0	6,2	41,8		2,7	18,6
121	Dicorynia guianensis	0,34	45,0	7,2	46,3	0,009	1,1	17,8
122	Dicorynia guianensis	0,33	50,4	6,2	41,7	0,011	1,4	19,2
123	Lecythis corrugata	0,31	50,7	6,4	41,3	0,047	1,3	19,5
124	Lecythis corrugat	0,21	47,8	6,5	44,6	0,034	1,0	18,3
125	Lecythis corrugata	0,26	49,5	6,2	42,0	0,031	2,1	18,8
126	Lecythis corrugata	0,20	47,5	6,4	44,3	0,027	1,6	18,1
127	Lecythis corrugata	0,21	49,0	6,2	42,8	0,035	1,8	18,6
128	Micropholis guyanensis	0,24	48,7	6,4	42,5	0,047	2,1	18,7
129	Micropholis guyanensis	0,23	48,2	6,4	43,8	0,030	1,4	18,4
130	Micropholis guyanensis	0,24	48,4	6,3	43,8	0,041	1,3	18,4
131	Manilkara bidentata	0,12	48,4	6,5	44,4	0,041	0,5	18,5
132	Manilkara bidentata	0,12	51,0	6,5	40,3	0,078	2,1	19,8
133	Pouteria guianensis	0,25	45,0	7,8	46,8	0,030	0,2	18,3
134	Pouteria guianensis	0,28	46,6	7,4	45,6	0,030	0,1	18,7
135	Inga huberii ou I, alba	0,32	49,8	6,2	42,9	0,037	0,7	19,0
136	Chrysophyllum sanguinolenta	0,23	49,7	6,4	42,8	0,045	0,9	19,1
137	Chrysophyllum sanguinolenta	0,24	49,7	6,4	42,9	0,054	0,8	19,0
138	Protium decandrum ; P.opacum	0,19	49,0	6,2	43,3	0,014	1,3	18,6
139	Pouteria melanopoda	0,21	49,5	6,4	42,4	0,026	1,5	19,0
140	Vouacapoua americana	0,25	53,2	6,6	39,8	0,016	0,2	20,7
141	Vouacapoua americana	0,20	51,5	6,4	41,7	0,013	0,2	19,8
142	Qualea rosea	0,16	49,6	6,3	42,8	0,039	1,2	18,9
143	Qualea rosea	0,22	48,7	6,2	43,2	0,044	1,7	18,4
144	Sextonia rubra	0,20	51,7	6,6	41,0	0,024	0,6	20,1
145	Couratari multiflora	0,38	49,7	6,3	42,4	0,064	1,3	19,0
146	Couratari multiflora	0,35	50,1	6,4	42,1	0,073	1,1	19,2
147	Sacoglottis guianensis	0,12	49,9	6,3	43,1	0,013	0,5	19,0
148	Sacoglottis guianensis	0,19	50,0	6,3	42,8	0,049	0,7	19,1
149	Swartzia polyphylla	0,38	49,3	6,4	42,6	0,021	1,3	18,9
150	Swartzia polyphylla	0,48	49,4	6,4	42,9	0,016	0,8	18,9

Tableau 7 (partie 3/3): résultats des analyses élémentaires et PCI des bois de Guyane.